

Empleos verdes, economía circular y sostenibilidad ambiental

Estudiante:

Juan Carlos Cabanzo Nañez

Asesor:

Margoth Lorena Torres Guzman

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería Industrial

2026

Dedicatoria

A todos los estudiantes y profesionales que, con visión y compromiso, trabajan en proyectos y emprendimientos que transforman vidas mediante la generación de empleos verdes y el impulso de modelos productivos sostenibles. Este trabajo está dedicado a quienes, más allá de alcanzar sus metas personales, buscan proteger y preservar el medio ambiente, asegurando un futuro próspero y digno para las nuevas generaciones. Que este esfuerzo académico sirva como inspiración para continuar innovando, creando y actuando con responsabilidad hacia nuestro planeta.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y fortaleza en este camino académico. Ellos, con su respaldo emocional y financiero, hicieron posible que iniciara mis estudios en una institución privada, y aunque las circunstancias económicas me obligaron a interrumpirlos, nunca dejaron de alentarme para retomarlos. Gracias a su fe en mí, años después pude continuar esta meta en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), institución a la que también agradezco por acogerme y reconocer mis estudios previos a través del proceso de homologación.

A mis amigos más cercanos, les agradezco por recordarme siempre que no debía renunciar al sueño de ser profesional y por motivarme en los momentos de duda. Mi gratitud especial es para la ingeniera Margoth Lorena Torres, quien en este último año me ha acompañado con paciencia, disposición y orientación en el desarrollo de mi proyecto de grado, brindándome no solo asesoría académica, sino también apoyo en los momentos de mayor frustración. A todos ustedes, gracias por ser parte de este proceso.

Resumen

Durante las últimas décadas, el modelo económico global ha intensificado la crisis ambiental, generando desafíos sin precedentes en la sostenibilidad de los sistemas productivos. Ante este panorama, los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental emergen como estrategias clave para promover un desarrollo más equitativo y respetuoso con el entorno. Esta monografía analiza el impacto, los avances y los retos asociados a estos enfoques, desde una perspectiva global, nacional, regional y local, con énfasis en la ciudad de Cali y sus alrededores.

El trabajo combina una revisión teórica y legal con un análisis contextual, complementado por estudios de caso, iniciativas recientes, proyectos institucionales, análisis DOFA y una discusión crítica fundamentada en fuentes académicas y periodísticas. Se destacan los sectores productivos con mayor potencial verde, los perfiles laborales más demandados, la oferta educativa y el papel de instituciones como el SENA y la UNAD en la formación de talento humano especializado. A través de una mirada integral, se proponen recomendaciones para fortalecer la transición hacia una economía verde en la región, apostando por la inclusión laboral, la innovación, la cooperación interinstitucional y la sostenibilidad territorial.

Palabras clave: Bioeconomía, Bionegocios, Economía Circular, Empleos Verdes, Sostenibilidad Ambiental.

Abstract

Over the past few decades, the global economic model has intensified the environmental crisis, generating unprecedented challenges for the sustainability of productive systems. Given this scenario, green jobs, the circular economy, and environmental sustainability emerge as key strategies for promoting more equitable and environmentally friendly development. This monograph analyzes the impact, progress, and challenges associated with these approaches from a global, national, regional, and local perspective, with an emphasis on the city of Cali and its surrounding areas.

The works document combines a theoretical and legal review with a contextual analysis, complemented by case studies, recent initiatives, institutional projects, SWOT analysis, and a critical discussion based on academic and journalistic sources. The productive sectors with the greatest green potential, the most in-demand job profiles, the educational offerings, and the role of institutions such as SENA and UNAD in training specialized human talent are highlighted. Through a comprehensive perspective, recommendations are proposed to strengthen the transition.

Keywords: Bioeconomy, Biobusiness, Circular Economy, Green Jobs, Environmental Sustainability.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del Problema	12
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Antecedentes	17
Siglo XIX: La industrialización y el desapego ambiental	17
Primera mitad del siglo XX: Expansión productiva y marginalidad ambiental	17
Segunda mitad del siglo XX: Crisis ambiental y primeras alertas globales	17
Inicios del siglo XXI: transición verde como respuesta a la crisis global	18
Marco Teórico	19
Marco Conceptual	22
Empleos verdes	22
Economía circular	22
Sostenibilidad ambiental	23
Bioeconomía	23
Bionegocios	24
Interrelación entre los conceptos	24
Marco Legal Internacional	26
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	28
Marco Contextual Internacional	31

Europa: Transición ecológica, reconversión laboral y economía circular	31
América del Norte: incentivos verdes y justicia climática.....	32
Asia: liderazgo en energía y digitalización verde	33
América Latina: bioeconomía, reciclaje inclusivo y transición energética	33
África: empleabilidad ecológica, economía circular comunitaria y restauración.....	34
Oceanía: energía limpia, resiliencia climática y empleos indígenas.....	34
Marco Contextual Nacional (Colombia).....	39
Marco Contextual Regional (Valle del Cauca)	44
Marco Contextual Local (Cali y Alrededores).....	48
Programas y gestión local en empleos verdes.....	48
Casos de Éxito.....	56
El Papel de la Educación.....	60
Análisis DOFA.....	67
Discusión Crítica.....	69
Recomendaciones y Conclusiones	74
Bibliografía	78

Lista de Tablas

Tabla 1 Principales Enfoques Teóricos que Sustentan los Empleos Verdes.....	20
Tabla 2 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	29
Tabla 3 Panorama Actual de los Empleos Verdes a Nivel Internacional	35
Tabla 4 Ejemplos Internacionales de Empleos Verdes más Demandados	37
Tabla 5 Principales Políticas y Estrategias para la Implementación de Empleos Verdes en Colombia.....	41
Tabla 6 Sectores con Mayor Potencial de Empleos Verdes en Colombia	42
Tabla 7 Principales Iniciativas y Proyectos Verdes en el Valle del Cauca	45
Tabla 8 Sectores con Mayor Potencial de Empleos Verdes en el Valle del Cauca.....	46
Tabla 9 Retos y Limitaciones para los Empleos Verdes en el Valle del Cauca.....	47
Tabla 10 Iniciativas y Programas que Impulsan Empleos Verdes en Cali y Alrededores	49
Tabla 11 Oportunidades y Limitaciones para el Desarrollo de Empleos Verdes en Cali	52
Tabla 12 Datos Recientes sobre Empleos Verdes y Sostenibilidad en Cali	55
Tabla 13 Empresas Destacadas en Empleos Verdes y Sostenibilidad en Cali y Alrededores	56
Tabla 14 Emprendimientos o Programas Clave en Negocios Verdes en Cali y Alrededores.....	57
Tabla 15 Ejemplos de Empleos Verdes más Demandados en Cali y Alrededores	58
Tabla 16 Programas de Formación y Certificaciones del SENA en Empleos Verdes.....	61
Tabla 17 Instituciones destacadas en formación y apoyo a empleos verdes en Cali y Valle del Cauca.....	66

Lista de Figuras

Figura 1 Análisis DOFA: Empleos Verdes en Cali y alrededores.....	67
--	----

Introducción

La humanidad se enfrenta a una crisis ambiental sin precedentes, producto de décadas de modelos económicos extractivos, industrialización sin límites y patrones de consumo insostenibles. El cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y la desigualdad social son consecuencias visibles de este paradigma. En respuesta, gobiernos, organizaciones internacionales, empresas, instituciones educativas y comunidades han comenzado a transitar hacia modelos de desarrollo sostenibles que integren el bienestar humano con la preservación del planeta.

En este contexto emergen los empleos verdes como una oportunidad estratégica para transformar los sistemas productivos, reducir impactos ambientales negativos y generar trabajo digno y equitativo. Estos empleos, vinculados a sectores como las energías renovables, la agricultura sostenible, el reciclaje, la biotecnología y el ecoturismo, no solo promueven la conservación del medio ambiente, sino que también aportan a la reactivación económica, la innovación y la inclusión social. A su vez, la economía circular y la bioeconomía ofrecen marcos de acción concretos para repensar el uso de recursos, reducir residuos y fomentar nuevos modelos empresariales sostenibles.

La presente monografía analiza el impacto y la viabilidad de los empleos verdes y la economía circular como estrategias clave de sostenibilidad ambiental. El trabajo aborda un enfoque integral que inicia con los fundamentos teóricos y conceptuales, continúa con el marco legal e internacional, y desciende progresivamente a los contextos nacional, regional y local, con especial atención al departamento del Valle del Cauca y la ciudad de Cali. En estas últimas escalas se profundiza en las oportunidades, limitaciones, casos de éxito, demanda laboral, oferta educativa, y avances institucionales recientes.

La investigación también incluye un análisis DOFA para la consolidación de una economía verde en Cali y sus alrededores. Asimismo, se desarrolla una discusión crítica que contrasta los hallazgos del estudio con la literatura académica y experiencias similares a nivel global, y se formulan conclusiones y recomendaciones orientadas a fortalecer la transición ecológica justa y la generación de empleo sostenible.

Planteamiento del Problema

En la actualidad, la crisis ambiental ha generado una necesidad urgente de transformar los modelos económicos y productivos para reducir el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. Dentro de este contexto, los empleos verdes y la economía circular han surgido como estrategias fundamentales para fomentar un desarrollo más equitativo y ambientalmente responsable. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2022), los empleos verdes no solo contribuyen a la reducción de impactos negativos sobre el medio ambiente, sino que también generan oportunidades económicas y mejoran la calidad de vida de las personas al integrar prácticas sostenibles en diversos sectores productivos.

La crisis ambiental ha generado efectos tangibles sobre la economía colombiana y la estabilidad del empleo, especialmente en sectores vulnerables al cambio climático y a la degradación de los recursos naturales. Las variaciones en los patrones climáticos, el agotamiento de los ecosistemas y la contaminación han intensificado fenómenos como la pérdida de cultivos, afectando directamente el empleo agrícola y la seguridad alimentaria en regiones como el suroccidente colombiano (Quintero-Angel, Sánchez-Mejía & Escobar-Jaramillo, 2023). Además, la dependencia histórica de actividades extractivas no sostenibles ha limitado la diversificación productiva, restringiendo la generación de empleos formales y sostenibles, especialmente en zonas rurales (Mejía et al., 2023). La falta de resiliencia económica ante desastres naturales, como sequías e inundaciones, también ha provocado interrupciones en cadenas productivas clave, aumentando la informalidad y la precariedad laboral (Pinzón Báez, 2021). Ante este panorama, la economía verde y los empleos asociados a la sostenibilidad emergen como una respuesta estratégica no solo frente a la crisis ecológica, sino también como herramienta para dinamizar economías locales, reducir la desigualdad y fortalecer el tejido productivo nacional

(Trujillo et al., 2023; OIT, 2021).

A pesar de los beneficios que ofrece la transición hacia una economía más sostenible, en Colombia aún existen barreras significativas para su implementación. Entre los principales desafíos se encuentran la falta de políticas claras y efectivas, la insuficiente inversión en tecnologías sostenibles y la necesidad de capacitación especializada para la fuerza laboral. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023), uno de los principales retos del país es formalizar el empleo en sectores clave de la economía verde y garantizar condiciones laborales adecuadas para los trabajadores involucrados en estas actividades.

En el Valle del Cauca y la ciudad de Cali, como regiones estratégicas en el desarrollo económico de Colombia, presentan oportunidades significativas para la implementación de modelos de economía circular y empleos verdes. Sin embargo, la falta de incentivos y el desconocimiento de estos modelos dificultan su adopción a gran escala. La Estrategia Nacional de Economía Circular del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021) destaca la necesidad de promover la colaboración entre el sector público, privado y la academia para fortalecer el ecosistema de sostenibilidad en el país.

Es fundamental analizar y desarrollar estrategias que faciliten la implementación de la economía circular y la generación de empleos verdes en Colombia, con un enfoque específico en las necesidades y oportunidades del Valle del Cauca y Cali. Esta monografía busca identificar los factores clave que afectan esta transición y proponer soluciones viables para fomentar un desarrollo sostenible en la región.

Justificación

El estudio sobre empleos verdes, economía circular y sostenibilidad ambiental resulta fundamental en un contexto global marcado por el cambio climático y la sobreexplotación de recursos naturales. La implementación de estos conceptos no solo contribuye a la preservación del medio ambiente, sino que también impulsa la creación de empleo y el desarrollo de nuevas oportunidades económicas. Según la OIT (2021), la transición hacia una economía más sostenible podría generar millones de empleos a nivel mundial, siempre que se implementen políticas adecuadas y se promueva la capacitación laboral en sectores emergentes.

En el caso de Colombia, la adopción de estrategias de economía circular y la promoción de empleos verdes representan una oportunidad para diversificar la economía y mejorar la competitividad del país en el mercado global. El Plan Nacional de Negocios Verdes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022) resalta que, si bien el país ha avanzado en la identificación de sectores clave para la economía verde, aún existen desafíos en términos de financiamiento y normativas que faciliten su consolidación.

A nivel regional, el departamento del Valle del Cauca y la ciudad de Cali cuentan con sectores productivos clave que pueden beneficiarse de la implementación de modelos sostenibles, como la agroindustria, el turismo ecológico y la gestión de residuos. Sin embargo, es necesario fortalecer la educación y concienciación sobre los beneficios de la economía circular, así como establecer incentivos para la adopción de prácticas sostenibles por parte de las empresas y emprendedores locales.

Esta investigación es relevante porque proporcionará un análisis detallado de las barreras y oportunidades para la transición hacia una economía más sostenible en el contexto colombiano y regional. Además, en la propuesta final se plantearán recomendaciones basadas en experiencias

internacionales y buenas prácticas empresariales que podrían ser replicadas en el país, contribuyendo así a la formulación de estrategias efectivas para el desarrollo sostenible.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el impacto y la viabilidad de los empleos verdes y la economía circular como estrategias de sostenibilidad ambiental, con un enfoque global, nacional y regional, identificando oportunidades y desafíos en el departamento del Valle del Cauca y la ciudad de Cali.

Objetivos específicos

Analizar el impacto y la viabilidad de los empleos verdes y la economía circular como estrategias de sostenibilidad ambiental, con un enfoque global, nacional y regional.

Identificar en el panorama nacional y regional las políticas públicas de los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Proponer recomendaciones para la implementación de estrategias que fomenten la sostenibilidad ambiental y la creación de empleos verdes en el contexto regional y local.

Antecedentes

Siglo XIX: La industrialización y el desapego ambiental

Durante el siglo XIX, el modelo de desarrollo económico estuvo fuertemente ligado a la Revolución Industrial y a la acelerada explotación de recursos naturales, sin considerar los límites ambientales. En este periodo, la idea de progreso se asoció a la capacidad de extraer, transformar y consumir en masa, dando lugar a sistemas económicos intensivos en carbono, contaminantes y generadores de empleo informal o precarizado en sectores como la minería, la agricultura extensiva y la manufactura pesada (Rodríguez, 2022). El medio ambiente era visto únicamente como una fuente inagotable de materias primas, y no existía conciencia institucional ni social sobre la necesidad de sostenibilidad o empleo verde (Cerdá & Khalilova, 2016).

Primera mitad del siglo XX: Expansión productiva y marginalidad ambiental

En las primeras décadas del siglo XX, la visión productivista se fortaleció en América Latina bajo esquemas agroexportadores y extractivos. En Colombia, la economía se apoyó en sectores como el café, la minería y la ganadería, mientras que el empleo rural se mantuvo mayormente informal y precario. Las políticas públicas no contemplaban los impactos ambientales de la actividad económica, y tampoco existían marcos legales que protegieran los ecosistemas o promovieran un desarrollo sostenible (Forero & Salazar, s.f.). La ausencia de planificación ambiental se tradujo en prácticas como la deforestación intensiva, el uso indiscriminado del agua y el desecho de residuos industriales sin control (Ávila, 2018).

Segunda mitad del siglo XX: Crisis ambiental y primeras alertas globales

Con el avance del siglo XX, especialmente entre 1960 y 1990, emergieron las primeras alertas científicas y sociales sobre los efectos negativos del desarrollo económico tradicional. Documentos clave como el Informe Brundtland (1987) introdujeron el concepto de desarrollo

sostenible, lo cual marcó el inicio de una transición discursiva y conceptual (Quintero-Angel et al., 2023). En Colombia, se empezaron a institucionalizar políticas ambientales a partir de los años 70 y 80, con la creación del Código Nacional de los Recursos Naturales (1974) y luego del Ministerio del Medio Ambiente (1993), aunque el enfoque ambiental seguía siendo secundario frente al crecimiento económico (Pinzón Báez, 2021). A nivel global, el Acuerdo de Río (1992) y la creación de la Agenda 21 impulsaron el surgimiento de términos como “economía verde”, aunque aún no se traducían en estrategias de empleo verde ni de economía circular estructurada (OIT, 2021).

Inicios del siglo XXI: transición verde como respuesta a la crisis global

Con el inicio del siglo XXI, la intensificación de la crisis ambiental, especialmente el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, impulsó el nacimiento de nuevas propuestas económicas centradas en la sostenibilidad. Los conceptos de empleos verdes, economía circular, bioeconomía y bionegocios comenzaron a integrarse en agendas internacionales, respaldadas por instrumentos como el Acuerdo de París (2015), la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Pacto Verde Europeo (Naciones Unidas, 2015; Comisión Europea, 2019; OIT, s.f.). En Colombia, estos marcos fueron incorporados de forma progresiva mediante planes como el Plan Nacional de Negocios Verdes 2022–2030, promoviendo empleos formales en sectores como el reciclaje, energías limpias, agricultura sostenible y turismo de naturaleza (MinAmbiente, 2022; Trujillo et al., 2023). Esta nueva visión reconoce al medio ambiente como un pilar transversal del desarrollo, y al empleo verde como un motor de inclusión social y justicia ambiental (OCDE, 2023; OIT, 2022).

Marco Teórico

En términos laborales, el concepto de empleos verdes se fortalece a partir del enfoque de transición justa, promovido por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que destaca la importancia de proteger a los trabajadores durante el proceso de transformación económica hacia modelos más sostenibles (OIT, 2022). Bajo este enfoque, los empleos verdes no son solo una respuesta técnica al cambio climático, sino también una herramienta de transformación social que debe garantizar condiciones laborales dignas, inclusión y equidad.

Desde el campo de la economía ecológica, se cuestiona el modelo de crecimiento económico ilimitado, y se defiende una reorganización productiva que respete los límites del planeta, valorando los servicios ecosistémicos y la regeneración de recursos (Díaz Rodríguez, 2022). Los empleos verdes, entonces, forman parte de una nueva racionalidad económica que integra valores éticos, respeto por la vida y corresponsabilidad intergeneracional.

La economía circular, como enfoque complementario, se presenta como una alternativa regenerativa al modelo lineal. En este marco, los empleos verdes se vinculan a procesos de reciclaje, reparación, rediseño y reaprovechamiento de recursos, promoviendo cadenas productivas cerradas y eficientes (Cerdá & Khalilova, 2016).

También se articula la bioeconomía, definida como el aprovechamiento de la biodiversidad mediante ciencia, tecnología e innovación. Aquí los empleos verdes se ubican en sectores como los biofertilizantes, bioenergía, bioplásticos y alimentos funcionales (Hodson de Jaramillo, 2018; Chavarría Miranda et al., 2021).

Por último, los bionegocios conforman una expresión empresarial concreta de estos modelos, generando valor económico con base en la sostenibilidad ambiental y el conocimiento local, con fuerte participación comunitaria (Albán et al., 2017).

Tabla 1

Principales Enfoques Teóricos que Sustentan los Empleos Verdes

Enfoque teórico	Descripción	Autores / Fuentes	Ejemplo de aplicación
Desarrollo sostenible	Modelo de desarrollo que integra las dimensiones económica, social y ambiental, orientado a erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar prosperidad para todos.	Naciones Unidas (2015)	Planificación urbana sostenible con empleos en transporte público limpio y energías renovables.
Transición justa	Plantea que el cambio hacia una economía verde debe garantizar condiciones laborales dignas, equidad y protección social.	OIT (2022)	Reconversión laboral en zonas mineras de carbón hacia energías limpias en Europa del Este.
Economía ecológica	Cuestiona el modelo de crecimiento infinito, promueve el uso racional de recursos y reconoce los límites biofísicos del planeta.	Díaz Rodríguez (2022)	Políticas públicas que restringen la expansión urbana en ecosistemas frágiles y fomentan empleos rurales sostenibles.
Economía circular	Modelo que optimiza el uso de recursos, minimiza residuos y promueve la reutilización, el rediseño y el reciclaje.	Cerdá & Khalilova (2016)	Empleos en centros de reparación, reciclaje electrónico o diseño ecológico en ciudades europeas.
Bioeconomía	Uso sostenible de la biodiversidad y biomasa mediante ciencia, tecnología e innovación para generar valor económico y ambiental.	Hodson de Jaramillo (2018), Chavarría Miranda et al. (2021)	Emprendimientos rurales que procesan residuos agrícolas en bioplásticos o biofertilizantes.

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Esta tabla presenta cinco enfoques teóricos fundamentales que sustentan la existencia, promoción y expansión de los empleos verdes. Se describen sus fundamentos principales, los autores o entidades que los desarrollaron, y se añade una columna con ejemplos de aplicación para facilitar su comprensión práctica en diversos contextos internacionales.

Marco Conceptual

Empleos verdes

Los empleos verdes son aquellos que contribuyen a la conservación o restauración del medio ambiente, ya sea en sectores tradicionales como la agricultura y la industria, o en sectores emergentes como las energías renovables, la gestión de residuos y la eficiencia energética. Estos empleos no solo promueven la sostenibilidad ambiental, sino que también deben ser dignos, decentes y productivos, alineándose con los principios de trabajo decente establecidos por la OIT (OIT, 2021). Además, los empleos verdes facilitan una transición justa hacia una economía baja en carbono, promoviendo la inclusión social, la igualdad de género y la erradicación de la pobreza (OIT, s.f.).

Ejemplo: Un Técnico en instalación y mantenimiento de plantas fotovoltaicas, en cuya labor se reduce la dependencia de combustibles fósiles y se generan ingresos sostenibles para las comunidades locales (La República, 2025; Comisión Europea, 2019).

Economía circular

Es un modelo económico que busca desvincular el crecimiento económico del uso intensivo de recursos finitos, promoviendo la reutilización, la reparación, el reciclaje y la regeneración de materiales y productos en lugar del modelo lineal de "extraer–producir–desechar" (Cerdá & Khalilova, 2016). Este enfoque permite extender el ciclo de vida de los bienes, reducir los residuos y disminuir la presión sobre los ecosistemas, al tiempo que crea oportunidades económicas y de empleo en nuevas cadenas de valor sostenibles (Cuesta, 2023; Carrillo & Pomar, 2021).

Ejemplo: Una empresa que recolecta residuos plásticos, los procesa y fabrica mobiliario urbano con este material está aplicando principios de economía circular, generando empleos en

logística, procesamiento, rediseño y comercialización (Biogreen, citado por Benavidez Eraso, 2025).

Sostenibilidad ambiental

Es la capacidad de mantener el equilibrio de los ecosistemas y la biodiversidad, garantizando que los recursos naturales estén disponibles para las generaciones presentes y futuras. Este concepto va más allá de la simple conservación ambiental, ya que implica la integración del equilibrio ecológico con el desarrollo económico y el bienestar social (Ávila, 2018). La sostenibilidad ambiental también exige repensar los modelos de producción y consumo, así como fortalecer la gobernanza ambiental y la educación ciudadana (Cabral-Rochin et al., 2025).

Ejemplo: Un proyecto de reforestación de cuencas hidrográficas que involucra a comunidades locales en labores de siembra y monitoreo ambiental promueve la sostenibilidad, al mismo tiempo que crea empleos y mejora la disponibilidad de agua (Alcaldía de Cali, 2024).

Bioeconomía

Es una estrategia de desarrollo económico basada en el uso sostenible de los recursos biológicos, como la biodiversidad, los residuos orgánicos o los cultivos energéticos, para generar productos, servicios y energía de alto valor agregado. Esta visión busca reemplazar gradualmente el modelo extractivo por uno regenerativo, fundamentado en la biotecnología, la investigación científica, la innovación y el conocimiento tradicional (Hodson de Jaramillo, 2018; Trujillo et al., 2023). La bioeconomía no solo atiende desafíos ambientales, sino que representa una oportunidad para diversificar la economía, crear empleos verdes y dinamizar territorios rurales y urbanos.

Ejemplo: Una empresa que desarrolla cosméticos a partir de extractos naturales obtenidos de forma sostenible en ecosistemas tropicales y certificados como comercio justo está aplicando los principios de la bioeconomía (Chavarría et al., 2021).

Bionegocios

Son actividades económicas sostenibles que utilizan insumos biológicos o procesos bioindustriales para generar productos o servicios con valor ambiental, social y económico. Estos negocios pueden operar en sectores como la agroindustria, la medicina natural, la biotecnología, el ecoturismo, o la transformación de residuos orgánicos (Albán et al., 2017; MINCETUR, 2013). A diferencia de las empresas tradicionales, los bionegocios integran principios de sostenibilidad desde su diseño y promueven modelos de producción responsable, innovación verde y comercio ético.

Ejemplo: Un emprendimiento que transforma residuos de café en biomateriales para fabricación de empaques biodegradables es un caso representativo de bionegocio exitoso (Rodríguez Galindo & Céspedes, 2022).

Interrelación entre los conceptos

Estos cinco conceptos no operan de manera aislada, sino que se articulan para formar una visión integral de desarrollo sostenible. Los empleos verdes surgen como resultado de la aplicación de principios de sostenibilidad ambiental y economía circular en las prácticas productivas. A su vez, la bioeconomía proporciona el marco técnico y científico para utilizar de manera responsable los recursos biológicos, mientras que los bionegocios constituyen su expresión comercial e innovadora. Esta convergencia contribuye a generar economías regenerativas, inclusivas y resilientes frente a las crisis climáticas y sociales (OIT, 2022; Trujillo et al., 2023; Quintero-Angel et al., 2023).

Ejemplo: En una región biodiversa, una cooperativa de mujeres rurales impulsa una línea de cosméticos orgánicos elaborados con extractos de plantas nativas recolectadas de forma sostenible. El proyecto nace desde una perspectiva de bioeconomía, utilizando recursos biológicos de manera científica y responsable (Trujillo et al., 2023). Al consolidarse como empresa formal, se convierte en un bionegocio al comercializar productos innovadores y sostenibles con valor agregado (MINCETUR, 2013). La economía circular se incorpora mediante empaques biodegradables hechos con residuos agroindustriales, reduciendo desechos y alargando la vida útil de los materiales (Cerdá & Khalilova, 2016). Se promueve la sostenibilidad ambiental mediante prácticas de recolección controlada, uso eficiente del agua y educación ambiental (Ávila, 2018). Además, se generan empleos verdes para mujeres rurales en actividades que protegen el medio ambiente y fortalecen la economía local (OIT, 2021).

Marco Legal Internacional

Durante las últimas décadas, la comunidad internacional ha adoptado diversos acuerdos, leyes y estrategias para enfrentar la crisis ambiental global y sentar las bases jurídicas de un desarrollo sostenible. Estos marcos han influido directamente en la formulación de políticas nacionales, incluyendo las relacionadas con la promoción de empleos verdes, la transición energética, la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Uno de los tratados más trascendentales es el Acuerdo de París, adoptado en 2015 durante la Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este acuerdo establece compromisos globales para mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2 °C, y preferiblemente por debajo de los 1.5 °C, en comparación con los niveles preindustriales. Asimismo, promueve la resiliencia climática, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el fortalecimiento de capacidades adaptativas en países en desarrollo (Naciones Unidas, 2015; OCDE, 2023).

Complementando este compromiso, también en 2015 se aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción mundial conformado por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas que abarcan dimensiones económicas, sociales y ambientales. Esta agenda se convirtió en una guía clave para que los Estados miembros de las Naciones Unidas adopten estrategias nacionales coherentes con el desarrollo sostenible y la justicia social (Naciones Unidas, 2015).

En el contexto europeo, la Unión Europea lanzó el Pacto Verde Europeo (European Green Deal) en 2019, una estrategia integral para alcanzar la neutralidad climática en 2050. Este pacto no solo promueve la descarbonización de la economía, sino que también incentiva la creación de empleos verdes, la innovación tecnológica, la economía circular y la transición energética justa,

garantizando que ninguna región o grupo social quede excluido del proceso (Comisión Europea, 2019). Este modelo europeo ha servido de referencia para otras regiones, incluyendo América Latina.

Por otro lado, en 2022, Estados Unidos promulgó la Ley de Reducción de la Inflación (Inflation Reduction Act), considerada una de las políticas climáticas más ambiciosas del país. Esta ley contempla inversiones históricas en energías limpias, incentivos fiscales para tecnologías bajas en carbono, y programas de empleabilidad verde. Además, establece lineamientos para la justicia ambiental y el fortalecimiento de comunidades vulnerables (Suárez-Cuesta et al., 2024).

En el plano institucional, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha desempeñado un papel clave mediante su Programa de Empleos Verdes, que orienta a los gobiernos sobre cómo integrar el trabajo decente en estrategias climáticas y ambientales. Este programa fomenta la transición justa, la formación profesional, el diálogo social y la formalización del empleo en sectores verdes como la agricultura sostenible, la eficiencia energética, la movilidad limpia y la gestión de residuos (OIT, s.f.).

Por último, la Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde, promulgada en Francia en 2015, constituye un modelo legislativo de referencia a nivel internacional. Esta ley establece objetivos ambiciosos en eficiencia energética, reducción de emisiones, descarbonización del transporte y promoción de energías renovables, todo bajo una visión inclusiva que prioriza la generación de empleo verde y la cohesión social (Gobierno de Francia, 2015).

Todos estos acuerdos, leyes y marcos normativos han sido fundamentales para consolidar el respaldo legal y político hacia un desarrollo ambientalmente sostenible, económicamente viable y socialmente justo. Su influencia trasciende fronteras y ha permeado los marcos jurídicos nacionales de muchos países, incluyendo Colombia.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una iniciativa global adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 como parte de la Agenda 2030. Estos 17 objetivos surgieron como respuesta a los desafíos globales más urgentes: la pobreza, el cambio climático, la desigualdad, la degradación ambiental y la falta de acceso equitativo a recursos básicos como salud, educación y empleo. A diferencia de sus predecesores (los Objetivos del Milenio), los ODS son universales, integrales y promueven la acción conjunta entre gobiernos, empresas, academia y sociedad civil. Su propósito es guiar los esfuerzos hacia un mundo más justo, resiliente y sostenible, siendo además una herramienta clave para impulsar políticas públicas alineadas con la economía circular, la sostenibilidad ambiental y la generación de empleos verdes (Naciones Unidas, 2015).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) más directamente vinculados con los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental son el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), el ODS 12 (Producción y consumo responsables) y el ODS 13 (Acción por el clima). El ODS 8 impulsa la creación de empleos dignos y sostenibles, promoviendo el crecimiento inclusivo y la innovación productiva en sectores verdes; el ODS 12 fomenta la transición hacia modelos de economía circular mediante el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos; y el ODS 13 establece acciones concretas frente al cambio climático, alentando estrategias de adaptación y mitigación que requieren nuevas competencias laborales y

tecnologías limpias. Estos tres ODS se complementan entre sí al generar marcos de acción que integran la protección ambiental con la transformación del empleo y el desarrollo económico sostenible (Naciones Unidas, 2015; OIT, 2021). La Tabla 2 presentan y describen de manera breve los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Tabla 2

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Nº	ODS	Descripción
1	Fin de la pobreza	Promueve el acceso al empleo digno y sostenible como vía para erradicar la pobreza.
2	Hambre cero	Impulsa una agricultura sostenible, generadora de empleos verdes en el sector rural.
3	Salud y bienestar	Fomenta entornos saludables y trabajo libre de contaminación.
4	Educación de calidad	Garantiza educación ambiental y formación técnica para empleos verdes.
5	Igualdad de género	Busca equidad en el acceso a oportunidades laborales verdes y sostenibles.
6	Agua limpia y saneamiento	Promueve empleos en tratamiento de agua, saneamiento y gestión hídrica sostenible.
7	Energía asequible y no contaminante	Fomenta el desarrollo de energías limpias y empleos relacionados.
8	Trabajo decente y crecimiento económico	Centro de la transición justa; promueve empleo digno en sectores sostenibles.
9	Industria, innovación e infraestructura	Estimula tecnologías limpias e infraestructura resiliente con impacto laboral.
10	Reducción de las desigualdades	Favorece la inclusión laboral en sectores sostenibles, especialmente en poblaciones vulnerables.
11	Ciudades y comunidades sostenibles	Impulsa empleos en urbanismo verde, movilidad sostenible y gestión de residuos.
12	Producción y consumo responsables	Fundamental para la economía circular y empleos en reciclaje, reparación y ecodiseño.
13	Acción por el clima	Refuerza acciones de mitigación y adaptación con empleo verde como herramienta clave.

14	Vida submarina	Promueve actividades sostenibles como la pesca responsable y la protección de ecosistemas marinos.
15	Vida de ecosistemas terrestres	Vinculado a empleos rurales y forestales que conservan la biodiversidad.
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	Establece el marco institucional necesario para la gobernanza ambiental y laboral.
17	Alianzas para lograr los objetivos	Impulsa la cooperación global para proyectos de sostenibilidad, empleo y tecnología verde.

Fuente. Elaboración propia con base en Naciones Unidas (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Marco Contextual Internacional

La evolución del contexto internacional ha evidenciado una transformación sustancial en la forma en que las economías del mundo enfrentan los retos climáticos, ambientales y sociales. La emergencia climática, la pérdida acelerada de biodiversidad, la contaminación de los océanos y del aire, y la creciente desigualdad socioeconómica han llevado a organismos multilaterales, gobiernos, empresas y sociedad civil a repensar sus modelos de desarrollo promoviendo políticas públicas, planes estratégicos e inversiones que articulan la creación de empleos verdes con el desarrollo de modelos de economía circular y el fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental (Rodríguez, 2022). Estas transformaciones responden a compromisos internacionales como el Acuerdo de París, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (OIT, 2021).

Europa: Transición ecológica, reconversión laboral y economía circular

Europa es uno de los continentes con mayor avance en políticas para la transición verde. La Comisión Europea, con sede en Bruselas (Bélgica), implementó en 2019 el Pacto Verde Europeo, cuyo objetivo principal es lograr la neutralidad climática para el año 2050. Esta estrategia contempla la reestructuración de sectores productivos, la promoción de la eficiencia energética y la generación de empleos sostenibles en energías limpias, reciclaje, movilidad eléctrica y rehabilitación de viviendas (Comisión Europea, 2019).

En Alemania, el Ministerio Federal de Medio Ambiente (BMUV) y el Ministerio Federal de Trabajo y Asuntos Sociales (BMAS) han implementado desde 2020 el programa Strukturwandel im Kohlerevier (Transformación Estructural en las Regiones Carboníferas), una iniciativa integral para reconvertir las regiones que dependían del carbón en centros de economía verde. Este programa incluye capacitación técnica, subsidios a empresas que integran

trabajadores reconvertidos, incentivos fiscales, ayudas al transporte y orientación laboral personalizada (BMUV, 2021; Rodríguez, 2022).

Así mismo, Alemania participa activamente en el Fondo de Transición Justa (Just Transition Fund - JTF), una herramienta financiera de la Unión Europea que promueve la equidad en el proceso de transición ecológica, especialmente en zonas desfavorecidas por el cierre de industrias contaminantes. Este fondo financia proyectos de educación técnica, reconversión de pymes y restauración ambiental (Comisión Europea, 2019).

En España, el impulso a la economía circular y los empleos verdes se desarrolla desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, que lidera la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC). Esta estrategia promueve el uso eficiente de los recursos, la reutilización de materiales, la innovación empresarial y la formación técnica en oficios verdes (Cuesta, 2023).

América del Norte: incentivos verdes y justicia climática

En Estados Unidos, la promulgación de la Ley de Reducción de la Inflación (Inflation Reduction Act) en 2022 representa el mayor paquete legislativo de acción climática en la historia del país. Este plan destina más de 370 mil millones de dólares a: Incentivos fiscales para empresas de energías limpias, subsidios a consumidores de vehículos eléctricos, créditos a empresas que promuevan la economía circular, ayudas directas a comunidades históricamente afectadas por la contaminación, entre otras (Suárez-Cuesta et al., 2024).

Esta política es ejecutada por el Departamento del Tesoro y el Departamento de Energía, en colaboración con agencias estatales. La Oficina de Transición Justa del Departamento de Energía lidera la reconversión de trabajadores de minas de carbón hacia empleos en la industria

solar y eólica, mediante becas técnicas, asistencia laboral y reconversión empresarial (Suárez-Cuesta et al., 2024).

Asia: liderazgo en energía y digitalización verde

Asia es la región con mayor crecimiento en empleos verdes, especialmente en China, India y Corea del Sur. En China, la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma incorporó en su plan quinquenal 2021–2025 una estrategia de economía circular que incluye reciclaje electrónico, infraestructura limpia, reducción de residuos y sustitución de combustibles fósiles. Solo en el sector solar, China ha generado más de un millón de empleos (OIT, 2022).

En India, el Ministerio de Desarrollo de Habilidades y Emprendimiento implementa el programa Skill India Mission, que capacita a jóvenes en gestión de aguas, agricultura regenerativa, bioconstrucción y eficiencia energética. Este programa incluye certificación nacional, apoyo a emprendimientos y financiación inicial para negocios verdes (OCDE, 2023).

Corea del Sur, a través del Korean Green New Deal, busca generar más de 660.000 empleos verdes al 2025. Este plan contempla inversiones en redes eléctricas inteligentes, restauración de humedales urbanos, agricultura hidropónica y tecnología limpia (OIT, 2021).

América Latina: bioeconomía, reciclaje inclusivo y transición energética

América Latina ha empezado a adoptar estrategias de sostenibilidad que integran los empleos verdes con la economía circular. En países como Brasil, México, Uruguay y Colombia, se promueven políticas de reciclaje inclusivo, conservación de la biodiversidad y bioemprendimientos en zonas rurales (Galindo & Céspedes, 2022).

Las cooperativas de recicladores, apoyadas por gobiernos locales y ONGs, formalizan actividades informales y promueven la integración de residuos al sistema productivo. Estas cooperativas, como las existentes en Medellín, Bogotá o Ciudad de México, también participan

en planes de capacitación y certificación de competencias verdes (Aristizábal & Rodríguez, 2022).

Los bionegocios han cobrado relevancia en países andinos como Colombia y Perú, donde ministerios de ambiente y desarrollo productivo promueven emprendimientos que aprovechan la biodiversidad con valor agregado (Manual de Bionegocios, 2013; Hodson de Jaramillo, 2018).

África: empleabilidad ecológica, economía circular comunitaria y restauración

En África, los empleos verdes surgen principalmente en restauración ecológica, agricultura sostenible, energía solar comunitaria y compostaje local. En Etiopía, Kenia y Sudáfrica, los ministerios de medio ambiente promueven políticas de reforestación urbana, construcción ecológica, limpieza de cuencas y gestión de residuos (OIT, s.f.).

Programas comunitarios apoyados por la Unión Africana, el Banco Africano de Desarrollo y agencias de cooperación como el PNUD, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, se han enfocado en la capacitación laboral. Con el uso de fondos semilla y formación técnica, estas iniciativas benefician a mujeres rurales, jóvenes y excombatientes, promoviendo su inserción en el mercado laboral (Cuesta, 2023).

En ciudades como Nairobi (Kenia), cooperativas juveniles lideran redes de recolección de residuos plásticos, construcción de techos ecológicos y producción de ladrillos a base de ceniza volcánica. Estas iniciativas permiten integrar inclusión social con sostenibilidad ambiental (Rodríguez, 2022).

Oceanía: energía limpia, resiliencia climática y empleos indígenas

En Oceanía, particularmente en Australia y Nueva Zelanda, los empleos verdes están ligados principalmente a la transición energética, la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad hídrica en territorios altamente vulnerables al cambio climático. En Australia, las

estrategias nacionales han buscado incluir a las comunidades indígenas (First Nations) en la transición energética, promoviendo su participación desde las etapas iniciales de los proyectos y garantizando formación laboral en áreas como energía solar y eólica, así como en la gestión sostenible del agua en regiones rurales y semiáridas (First Nations Clean Energy Network, 2024). Además, se han identificado trayectorias profesionales específicas en el sector renovable, incluyendo formación técnica en energía solar, almacenamiento y redes eléctricas, lo que abre oportunidades de empleabilidad verde para nuevas generaciones (Clean Energy Council, 2025).

Por su parte, Nueva Zelanda ha fortalecido la educación ambiental y la empleabilidad vinculada a la conservación mediante el programa Jobs for Nature, el cual integra financiamiento público, regeneración de ecosistemas y capacitación para comunidades rurales e indígenas, promoviendo empleos en restauración de ecosistemas nativos y proyectos de economía circular (Ministry for the Environment, 2021). Aunque su escala es menor en comparación con otros continentes, Oceanía ha demostrado avances significativos en sostenibilidad integrada y resiliencia laboral frente a eventos climáticos extremos.

En la Tabla 3 se presenta una visión global de los avances en la generación de empleos verdes, incluyendo sectores clave y programas más relevantes.

Tabla 3

Panorama Actual de los Empleos Verdes a Nivel Internacional

Continente	Sectores clave	Estimación de empleos verdes	Programas destacados e instituciones asociadas	Fuente
Europa	Energías limpias, construcción sostenible, reciclaje avanzado.	+4.5 millones	Pacto Verde Europeo, Strukturwandel (Alemania), Renovation Wave	Comisión Europea (2019); OIT (2022)

América del Norte	Energías renovables, transporte eléctrico, manufactura limpia.	+2.3 millones	Ley de Reducción de la Inflación (EE. UU.), Estrategia de Movilidad Cero Emisiones (Canadá)	Suárez-Cuesta et al. (2024); OIT (2022)
América Latina y el Caribe	Agricultura sostenible, gestión de residuos, energías renovables.	+1.0 millones	Programas de transición justa (OIT), políticas nacionales de empleo verde	OIT (2021); Rodríguez (2022)
Asia-Pacífico	Energías limpias, manufactura sostenible, transporte público masivo.	+7.0 millones	Programas de transición justa, políticas de energía renovable	OIT (s.f.)
África	Energías renovables descentralizadas, agricultura climáticamente inteligente, gestión de residuos.	+2.0 millones	Programas de desarrollo sostenible y empleo verde de la OIT	OIT (s.f.)

Fuente. Elaboración propia con base en fuentes señaladas.

Nota. Las cifras presentadas corresponden a estimaciones aproximadas basadas en estudios y proyecciones de las fuentes citadas. Los valores pueden variar según el año de referencia, el escenario considerado y la metodología utilizada por cada institución.

A pesar del impulso creciente, el desarrollo de empleos verdes enfrenta aún limitaciones globales. Una de las principales es la falta de formación técnica especializada, lo cual impide que muchos trabajadores accedan a nuevas oportunidades en sectores sostenibles. La educación ambiental, la capacitación en economía circular y la inclusión digital son elementos clave para cerrar esta brecha, tal como se indica en diversos estudios revisados (Campoverde-Robledo & Soplapuco-Montalvo, 2022; Cabral-Rochin et al., 2025).

Otra limitación es la necesidad de alinear los sistemas de financiamiento e incentivos con los objetivos de sostenibilidad. Actualmente, muchos países aún subsidian combustibles fósiles o industrias contaminantes, lo que distorsiona el mercado y frena la expansión de empleos verdes.

Por ello, se requieren marcos regulatorios coherentes, incentivos fiscales y estímulos a la innovación verde (OCDE, 2023).

En términos culturales, también es fundamental transformar las conductas de consumo, cerrando la brecha entre actitud y comportamiento sostenible, especialmente en sectores urbanos y entre consumidores jóvenes, que son clave para el desarrollo de nuevos modelos circulares (Nieves & Morales, 2022).

El contexto internacional ofrece actualmente múltiples aprendizajes y oportunidades para consolidar los empleos verdes como un motor de desarrollo sostenible. Estos no solo representan una respuesta técnica a los desafíos ambientales, sino también un camino para construir economías más resilientes, inclusivas y basadas en el conocimiento. La experiencia global muestra que, con voluntad política, inversión estratégica y educación ambiental, es posible generar millones de puestos de trabajo dignos que impulsen simultáneamente la justicia social y la regeneración ecológica.

La Tabla 4 muestra ejemplos representativos de empleos verdes por sector, así como un rango salarial promedio aproximado para profesionales capacitados, calculado a partir de la revisión de ofertas laborales en el mercado internacional.

Tabla 4

Ejemplos Internacionales de Empleos Verdes más Demandados

Empleo verde	Sector económico	Descripción breve	Salario estimado (USD/mes)
Técnico en instalación y mantenimiento sistemas fotovoltaicos	Energía renovable	Instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.	1,500 – 3,500
Ingeniero/a en eficiencia energética	Construcción / Industria	Optimización de consumo energético en edificios y en procesos de construcción.	3,000 – 6,000

Especialista en reciclaje y compostaje.	Gestión de residuos	Diseño y supervisión de procesos de recolección y tratamiento.	1,200 – 2,500
Experto/a en movilidad sostenible	Transporte y urbanismo	Desarrollo de proyectos de ciclovías, transporte eléctrico, etc.	2,000 – 4,000
Investigador/a en biotecnología	Bioeconomía / I+D+i	Desarrollo de productos a partir de microorganismos o biomasa.	2,500 – 6,000
Guía ecoturístico	Turismo sostenible	Acompañamiento en reservas y parques naturales.	700 – 1,500

Fuente. Elaboración propia con base en Redacción Semana (2024), Cardona Ruiz (2025), Cuero Bayona (2025), Benavidez Eraso (2025), Quiceno (2024), Salazar Gaitán (2025), Arango (2024), Santacruz Maldonado (2023), Secretaría de Desarrollo Económico de Cali (2025).

Nota. La información presentada en esta tabla no proviene de una fuente única ni oficial que recopile salarios de empleos verdes. Para su construcción se realizó una revisión exploratoria de vacantes publicadas en diferentes portales de empleo y motores de búsqueda durante mayo y junio de 2025. A partir de esta observación se estimaron rangos salariales promedio y se emplearon denominaciones de cargos genéricas, dado que los nombres y valores varían según la empresa, el sector y la región. La tabla tiene, por tanto, un carácter ilustrativo y orientativo, y no pretende establecer cifras definitivas.

Marco Contextual Nacional (Colombia)

En el contexto colombiano, la necesidad de consolidar una transición hacia un modelo económico más sostenible se ha convertido en una prioridad frente a los retos ambientales, sociales y económicos que enfrenta el país. Esta transformación se manifiesta en la creciente implementación de estrategias orientadas al fortalecimiento de los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental (OIT, 2022). Colombia, siendo uno de los países más biodiversos del mundo, posee un gran potencial para consolidar un desarrollo productivo bajo en carbono, resiliente y equitativo (Trujillo et al., 2023).

El país ha avanzado significativamente en el reconocimiento y promoción de los empleos verdes como una herramienta clave para la generación de ingresos, inclusión social y conservación de los recursos naturales. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (2022), Colombia ha incorporado el concepto de empleo verde en sus políticas públicas desde la primera década del siglo XXI, vinculándolo con la producción limpia, la reconversión laboral y el desarrollo rural sostenible. No obstante, el crecimiento de estos empleos aún es limitado frente al tamaño del mercado laboral nacional.

Uno de los principales obstáculos que enfrenta Colombia en la consolidación de empleos verdes es la alta informalidad laboral, que alcanza más del 58% del total de personas ocupadas, especialmente en zonas rurales y sectores informales como el reciclaje, la agricultura y el transporte (OCDE, 2023). A esto se suman las brechas en formación técnica, la baja cobertura de programas de reconversión laboral y la escasa articulación entre los ministerios encargados de medio ambiente, trabajo, educación y desarrollo económico (Aristizábal & Rodríguez, 2022).

Desde 2019, Colombia ha implementado la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), un marco político que promueve el uso eficiente de recursos, la valorización de

residuos y la innovación empresarial. Esta estrategia se complementa con el Plan Nacional de Negocios Verdes 2022–2030, que busca identificar, fortalecer y formalizar emprendimientos que generen impactos ambientales positivos y beneficios económicos y sociales (MinAmbiente, 2022). De acuerdo con cifras oficiales, en Colombia existen más de 3.000 negocios verdes registrados en diferentes departamentos, la mayoría de ellos vinculados con bioproductos, ecoturismo, agricultura sostenible y cosmética natural (MinAmbiente, 2022).

En el ámbito productivo, algunas empresas colombianas se han consolidado como referentes en sostenibilidad ambiental y generación de empleos verdes. Un caso destacado es Green Plastic, una empresa que se dedica a la revalorización de retales plásticos de un solo uso, transformándolos en productos duraderos como estibas, promoviendo de esta manera la economía circular y la reducción del uso de madera (Green Plastic Colombia SAS, 2025).

También sobresale Eko Red, que se especializa en la recolección y comercialización de botellas de PET reciclado en Colombia. La empresa trabaja en la formalización de la labor de recicladores en 32 departamentos del país, contribuyendo a la economía circular y la inclusión laboral (Eko Red, 2025).

Otra empresa pionera es Solen Technology, dedicada a ofrecer soluciones de energía renovable, con un enfoque en la tecnología solar y eólica. La empresa se encarga de la venta e instalación de equipos como paneles solares e inversores en Colombia, contribuyendo a acelerar la transición hacia fuentes de energía limpias (Solen Technology, 2025).

En el sector agrícola, la empresa Biocultivos S.A.S., con sede en Ibagué, Tolima, produce bioinsumos como biofertilizantes y biopesticidas que permiten reducir el uso de agroquímicos. Esta labor contribuye a la sostenibilidad de los suelos, promoviendo al mismo tiempo la agricultura sostenible (Biocultivos, 2025).

A nivel de políticas públicas, Colombia ha estructurado un conjunto de planes, estrategias y leyes orientadas a fortalecer el vínculo entre desarrollo sostenible y generación de empleo. La Tabla 5 resume las principales políticas adoptadas por Colombia para fomentar el desarrollo de empleos verdes, integrando enfoques económicos, ambientales y sociales.

Tabla 5

Principales Políticas y Estrategias para la Implementación de Empleos Verdes en Colombia

Política / Estrategia	Institución responsable	Año de implementación	Enfoque principal
Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	MinAmbiente y MinComercio	2010	Reducción del impacto ambiental en procesos productivos
Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono	Ministerio de Ambiente	2012	Disminución de emisiones y transformación del aparato productivo
Política de Crecimiento Verde – CONPES 3934	Departamento Nacional de Planeación (DNP)	2018	Integración de sostenibilidad con la competitividad económica
Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	2019	Economía circular, reciclaje, innovación, simbiosis industrial
Política Nacional de Empleo Verde	Ministerio de Trabajo, con apoyo de OIT	2019	Inclusión laboral, transición justa, formalización del reciclaje
Política de Bioeconomía 2020–2030	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación	2020	Desarrollo de productos derivados de la biodiversidad
Plan Nacional de Negocios Verdes 2022–2030	Ministerio de Ambiente	2022	Promoción de emprendimientos sostenibles y empleabilidad verde

Fuente. Elaboración propia con base en MinAmbiente (2022), OIT (2022), Galindo & Céspedes (2022), Aparicio et al. (2023), Trujillo et al. (2023).

Los sectores económicos con mayor potencial para el crecimiento de empleos verdes en Colombia están directamente relacionados con los recursos naturales, la transformación

productiva y la economía circular. En la Tabla 6 se destacan los sectores con mayor potencial de crecimiento en empleos verdes, teniendo en cuenta factores ambientales, sociales y económicos.

Tabla 6

Sectores con Mayor Potencial de Empleos Verdes en Colombia

Sector	Descripción	Ejemplo de actividad	Aporte ambiental
Energías renovables	Desarrollo y aprovechamiento de fuentes de energía limpias, como solar, eólica y biomasa, para reducir la dependencia de combustibles fósiles.	Instalación de paneles solares en zonas rurales.	Reducción de emisiones de CO ₂ y diversificación de la matriz energética.
Gestión de residuos y reciclaje	Procesos para la recolección, clasificación, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos, promoviendo la economía circular.	Plantas de reciclaje de plásticos y metales.	Disminución de la contaminación y recuperación de materiales.
Agricultura sostenible y agroecología	Producción agrícola que optimiza recursos naturales, reduce químicos y protege la biodiversidad.	Cultivos orgánicos certificados.	Conservación de suelos y reducción de agroquímicos.
Turismo sostenible	Actividades turísticas que conservan el medio ambiente y benefician a comunidades locales.	Ecoturismo en áreas naturales protegidas.	Preservación de ecosistemas y sensibilización ambiental.
Construcción sostenible	Diseño y edificación con criterios de eficiencia energética, uso de materiales sostenibles y gestión responsable de recursos.	Construcción de edificaciones con certificación LEED.	Ahorro energético e hídrico, menor huella de carbono.
Movilidad sostenible	Sistemas de transporte que reducen emisiones y consumo energético, priorizando medios no motorizados y eléctricos.	Implementación de sistemas de bicicletas públicas.	Reducción de la contaminación del aire y ruido.

Fuente. Elaboración propia con base en Galindo & Céspedes (2022); Aparicio et al (2023); Aristizábal Gómez & Rodríguez Buenahora (2022); Albán, Pulido & Molano (2017).

En materia de educación y formación, el país enfrenta una brecha significativa en la oferta de programas técnicos y tecnológicos orientados a las nuevas competencias verdes. Según el informe de la OCDE (2023), los programas actuales no responden adecuadamente a las demandas del mercado laboral verde, especialmente en energías renovables, gestión de residuos y producción limpia. Esta situación limita las posibilidades de empleabilidad formal, en particular para jóvenes y poblaciones rurales.

Pese a estos desafíos, Colombia ha sido reconocida por su liderazgo regional en bioeconomía, destacando por sus avances en normativas de conservación, protección de saberes ancestrales y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. La estrategia “Colombia Potencia Bioeconómica” promueve la articulación entre ciencia, comunidades locales y empresas para desarrollar productos sostenibles de alto valor agregado (Quintero-Angel et al., 2023).

El panorama nacional ofrece oportunidades significativas para la transición hacia un modelo económico más sostenible. Sin embargo, la consolidación de los empleos verdes en Colombia dependerá de una mayor articulación interinstitucional, inversión en formación profesional, acceso al crédito para bionegocios y fortalecimiento de la investigación aplicada.

Marco Contextual Regional (Valle del Cauca)

El Valle del Cauca ha emergido como una de las regiones más activas de Colombia en la promoción de empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental. La riqueza natural del territorio, la presencia de actores públicos comprometidos y la dinámica empresarial han favorecido el surgimiento de múltiples iniciativas enmarcadas en una transición ecológica. Sin embargo, también se evidencian desafíos estructurales que limitan su expansión, especialmente en lo relacionado con la articulación institucional y la capacitación técnica de la población (Mejía et al., 2025).

La región cuenta con un marco normativo y de planificación favorable al desarrollo sostenible. La Política Pública Departamental de Ambiente y Gestión Integral del Recurso Hídrico formulada por la Gobernación del Valle del Cauca establece líneas de acción claras para promover la sostenibilidad ambiental y social, con especial atención al cambio climático, la biodiversidad, la calidad del agua y la gestión de residuos (Gobernación del Valle del Cauca, s.f.). Esta política se alinea con el Plan Nacional de Negocios Verdes y la Estrategia Nacional de Economía Circular, y ha permitido la articulación con proyectos regionales y locales que han generado empleos verdes en zonas urbanas y rurales.

Los empleos verdes en el Valle del Cauca se han materializado especialmente en sectores como la gestión de residuos, el turismo de naturaleza, la agricultura sostenible y las energías limpias. En ciudades como Cali, Yumbo y Palmira se han promovido proyectos de eficiencia energética y reciclaje, mientras que municipios rurales como Sevilla, Tuluá, Dapa y Anchicayá lideran experiencias de producción agroecológica y ecoturismo (Gandini & Peña, 2024; Mejía et al., 2025).

Diversas entidades públicas, privadas y comunitarias han liderado programas significativos en esta transición. Entre ellos destacan los esfuerzos de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en programas de restauración y gobernanza hídrica, así como iniciativas de energías renovables promovidas por empresas municipales y startups locales. Estas acciones no solo buscan mitigar los impactos del cambio climático, sino también crear oportunidades laborales sostenibles y dignas (Trujillo et al., 2023).

A continuación, se presenta la Tabla 7 con algunas de las principales iniciativas regionales que han contribuido al desarrollo de empleos verdes en el Valle del Cauca:

Tabla 7

Principales Iniciativas y Proyectos Verdes en el Valle del Cauca

Proyecto / Programa	Municipio(s)	Descripción	Sector vinculado	Responsable / Aliado
Política Pública Departamental de Ambiente y Gestión Integral del Recurso Hídrico 2017–2027	Departamental	Conservación de cuencas, gestión integral del recurso hídrico y uso eficiente del agua en el Valle del Cauca.	Agua y sostenibilidad	Gobernación del Valle del Cauca
Iniciativas de restauración ecológica y empleo rural	Buga, Tuluá	Programas de restauración y reforestación con enfoque de empleo e inclusión rural.	Agricultura y restauración	CVC – Alcaldías locales
Reconversión productiva en cultivos sostenibles (bioeconomía)	Norte del Valle	Transición hacia prácticas agroecológicas y cadenas con mayor valor agregado.	Bioeconomía y agricultura	Organizaciones de base – aliados técnicos
Energía solar para instituciones públicas	Palmira, Jamundí	Implementación de sistemas fotovoltaicos en equipamientos públicos para reducir emisiones.	Energía limpia	Empresas de servicios públicos – Alcaldías

Turismo de naturaleza con enfoque de empleos verdes	Jamundí	Ecoturismo orientado a inclusión laboral (población en reintegración) y conservación.	Turismo sostenible	Alcaldía de Jamundí – organizaciones comunitarias
---	---------	---	--------------------	---

Fuente. Gobernación del Valle del Cauca (s.f.); Mejía et al. (2025); Gandini y Peña (2024); Trujillo et al. (2023); Aparicio et al. (2023); Cortés Mejía (2020).

El Valle del Cauca posee una estructura productiva diversa que ofrece oportunidades en múltiples sectores. En la Tabla 8 se identifican los sectores con mayor potencial de generación de empleos verdes en el departamento:

Tabla 8

Sectores con Mayor Potencial de Empleos Verdes en el Valle del Cauca

Sector	Potencial de empleo verde	Municipios destacados	Oportunidades clave
Agricultura sostenible	Alto	Palmira, Candelaria, Roldanillo	Sistemas agroforestales, café orgánico, biofertilizantes
Energía solar y eficiencia	Medio-alto	Palmira, Yumbo	Paneles solares, eficiencia energética y techos verdes en zonas industriales
Gestión de residuos y reciclaje	Alto	Cali, Palmira	Cooperativas, reciclaje inclusivo, logística inversa
Turismo de naturaleza	Medio	Jamundí (Pance/La Leonera), Cali	Senderismo y ecoturismo comunitario en zonas rurales
Bioeconomía y biocomercio	Medio	Jamundí, Pradera, Florida	Producción de bioproductos (cosméticos naturales, aceites esenciales)

Fuente. Elaboración propia con base en Gandini y Peña (2024), Mejía et al. (2025), Cortés Mejía (2020), Trujillo et al. (2023), y Barón Sánchez et al. (2021).

Pese a los avances, el departamento enfrenta retos significativos. Entre ellos, destaca la necesidad de fortalecer la formación técnica especializada en energías limpias, agroecología y gestión de residuos. Actualmente, muchas instituciones educativas no cuentan con la

infraestructura ni los programas adecuados para formar el talento humano necesario para responder a la demanda creciente de empleos verdes (OIT, 2022).

Asimismo, existe una limitada articulación entre los gobiernos locales, las empresas y las organizaciones sociales, lo cual dificulta la implementación coordinada de políticas sostenibles. También se reporta una baja inversión pública y privada en emprendimientos verdes, lo cual limita el crecimiento de iniciativas innovadoras en bioeconomía y circularidad (Quintero-Angel et al., 2023). La Tabla 9 resume los principales desafíos que enfrenta el Valle del Cauca para consolidar un ecosistema de empleos verdes sólido, inclusivo y sostenible.

Tabla 9

Retos y Limitaciones para los Empleos Verdes en el Valle del Cauca

Tipo de reto	Descripción breve	Fuente(s)
Limitada financiación y recursos	Escasa inversión pública y privada destinada a proyectos de empleos verdes.	OIT (2021); Mejía et al. (2025)
Brechas de formación y capacitación laboral	Falta de programas de formación especializada para nuevas competencias verdes.	OIT (2021, 2022); Gandini & Peña (2024)
Informalidad laboral persistente	Alta presencia de empleo informal, especialmente en sectores como el reciclaje.	Rodríguez (2022); Aristizábal & Rodríguez (2022)
Escasa articulación institucional	Débil coordinación entre Estado, empresas y academia para impulsar políticas verdes.	Galindo & Céspedes (2022); Aparicio et al. (2023)
Falta de incentivos y apoyo empresarial	Insuficientes estímulos económicos, tributarios y regulatorios para la transición verde.	Cuesta (2023); Trujillo et al. (2023)
Medición y seguimiento insuficientes	Carencia de indicadores e información estadística precisa sobre empleos verdes.	OIT (2021); Galindo & Céspedes (2022); Mejía et al. (2025)

Fuente. Elaboración propia con base en fuentes señaladas.

Marco Contextual Local (Cali y Alrededores)

La ciudad de Cali y su área metropolitana, que incluye municipios como Yumbo, Jamundí, Candelaria y Palmira, han comenzado a consolidarse como un territorio clave para el desarrollo de empleos verdes, estrategias de economía circular y avances en sostenibilidad ambiental. Esto se debe tanto a su ubicación estratégica en el suroccidente colombiano, como a la existencia de universidades, centros de investigación, entidades ambientales y una creciente comunidad de emprendimientos verdes (Gandini & Peña, 2024).

Uno de los factores determinantes ha sido la formulación e implementación de políticas públicas locales que integran los principios de sostenibilidad, innovación productiva y justicia social. En este sentido, el documento “Cali, ciudad-región sostenible y resiliente” propone una visión integral de territorio que apunta a un modelo de desarrollo ambientalmente responsable, orientado por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Gandini & Peña, 2024). Esta propuesta prioriza la restauración ecológica, la transformación energética, la movilidad sostenible y el fortalecimiento de economías locales circulares.

Programas y gestión local en empleos verdes

Cali ha venido implementando diversas iniciativas que promueven empleos verdes. Por ejemplo, programas liderados por el DAGMA (Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente) han generado oportunidades laborales a través de proyectos de arborización urbana, recuperación de zonas verdes y limpieza de cuerpos de agua urbanos (Gobernación del Valle del Cauca, s.f.). Estas actividades no solo tienen un impacto ambiental directo, sino que permiten la inclusión laboral de jóvenes, mujeres y recicladores.

Asimismo, la gestión de residuos sólidos es uno de los sectores con mayor actividad verde en la ciudad. Cali alberga una red de organizaciones de recicladores, muchas de ellas formalizadas, que generan empleo y contribuyen a la reducción de residuos que terminan en el relleno sanitario de Navarro. En colaboración con la Fundación Carvajal y el programa “Basura Cero”, se ha promovido la instalación de centros de acopio, formación en separación en la fuente y dignificación del oficio reciclador (Aristizábal & Rodríguez, 2022).

En cuanto a movilidad sostenible, Cali ha iniciado procesos de transformación con la incorporación de buses eléctricos en el sistema MIO, el fortalecimiento de ciclorutas y campañas ciudadanas para el uso de transporte no motorizado. Si bien estos esfuerzos aún están en fase de expansión, representan oportunidades futuras de empleo en mantenimiento de tecnologías limpias, diseño urbano sostenible y gestión de datos ambientales (Trujillo et al., 2023).

En zonas rurales cercanas a Cali, como Dapa, La Leonera y Pance, se desarrollan iniciativas de ecoturismo y educación ambiental comunitaria que generan ingresos para pobladores locales, al tiempo que fortalecen la protección de áreas estratégicas como los Farallones de Cali. Este tipo de actividades combinan empleos verdes con la promoción cultural y el arraigo territorial, siendo ejemplos de sostenibilidad desde lo comunitario (Mejía et al., 2025). La Tabla 10 presenta algunas de las principales iniciativas de empleos verdes en la ciudad de Cali y zonas rurales cercanas.

Tabla 10

Iniciativas y Programas que Impulsan Empleos Verdes en Cali y Alrededores

Iniciativa / Programa	Descripción	Alcance geográfico
Cali Circular	Proyecto liderado por la Alcaldía y el DAGMA para promover economía circular, reducción de residuos y fortalecimiento empresarial sostenible.	Cali

Iniciativas de bioeconomía y biotecnología en el corredor Cali–Palmira	Ecosistema de proyectos y capacidades de I+D orientados a bioeconomía (bioproductos, biotecnología aplicada, transferencia de conocimiento).	Palmira – Valle del Cauca
Programas de inclusión laboral de recicladores	Estrategias para formalizar y fortalecer el rol de los recicladores dentro del modelo de economía circular.	Cali y área metropolitana
Programas de bioeconomía y agroindustria sostenible	Impulso a cadenas agroindustriales sostenibles y desarrollo de bioproductos en el departamento.	Valle del Cauca
Turismo de naturaleza en Jamundí	Reconversión laboral mediante ecoturismo y actividades de conservación (enfoque en reintegración).	Jamundí – Valle del Cauca
Proyectos de cultura del reciclaje en Palmira	Iniciativas comunitarias que promueven separación en la fuente y educación ambiental en barrios.	Palmira – Valle del Cauca
Cali, ciudad-región sostenible	Visión de desarrollo urbano con resiliencia, sostenibilidad e impulso a empleos verdes.	Cali y área metropolitana

Fuente. Elaboración propia con base en Santacruz Maldonado (2023); Gandini & Peña (2024); Trujillo et al. (2023); Aristizábal & Rodríguez (2022); Mejía et al. (2025); Cortés Mejía (2020); Barón Sánchez et al. (2021).

Avances y oportunidades

Cali ha sido reconocida por ser una de las ciudades con mayor desarrollo de planes ambientales urbanos en el país. La incorporación de criterios ambientales en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y la estrategia “Cali Vive Natural” ha permitido impulsar procesos de planeación urbana que priorizan la resiliencia climática, el uso racional del suelo y la protección de áreas de conservación (Gandini & Peña, 2024).

Además, se ha fomentado la bioeconomía urbana y periurbana a través del desarrollo de bionegocios, especialmente en el sector cosmético, agrícola y de alimentos funcionales. Empresas y emprendimientos locales están utilizando residuos orgánicos para fabricar abonos, cosméticos naturales y alimentos saludables, creando cadenas de valor que promueven la economía circular (Quintero-Angel et al., 2023).

Cali también alberga instituciones académicas reconocidas como la Universidad del Valle y la Universidad Autónoma de Occidente, las cuales lideran procesos de investigación en sostenibilidad, cambio climático, energías renovables y gestión de recursos naturales. Estas universidades han promovido espacios de formación interdisciplinar en temas como bioeconomía, ingeniería ambiental y gestión energética, preparando talento humano calificado para desempeñarse en empleos verdes. Según Gandini & Peña (2024), estas instituciones son parte activa de redes locales de conocimiento que han aportado insumos técnicos a políticas públicas y proyectos comunitarios de restauración ecológica y ecoturismo. Además, en sus respectivas agendas de investigación se han priorizado temas como la economía circular urbana, el monitoreo climático y el desarrollo de tecnologías limpias para el Valle del Cauca. Esta conexión entre academia, territorio y sostenibilidad representa una de las mayores fortalezas para la transición ecológica en la ciudad (Mejía et al., 2025). Por otro lado, Gracias a su enfoque a distancia y virtual, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) facilita el acceso a la educación en temas ambientales a personas de cualquier estrato socioeconómico en todo el país. Los estudiantes pueden cursar sus estudios sin tener que moverse de sus comunidades, lo que les permite aplicar de manera inmediata los conocimientos adquiridos en sus propios territorios. De esta forma, la UNAD no solo contribuye a la formación de profesionales para la demanda de empleos verdes, sino que también fomenta el emprendimiento en el ámbito de los bionegocios.

En términos de inversión y apoyo financiero, se identifican aún retos importantes. Muchos proyectos verdes locales dependen de cooperación internacional o fondos temporales, lo que dificulta su sostenibilidad en el largo plazo. La falta de líneas de crédito para pequeños bionegocios, así como la baja articulación entre universidades, sector privado y alcaldía, sigue

siendo una debilidad señalada por diversos actores (Trujillo et al., 2023; Quintero-Angel et al., 2023).

La Tabla 11 presenta un balance entre oportunidades identificadas en el contexto local y las limitaciones estructurales que deben atenderse para consolidar los empleos verdes como eje del desarrollo económico sostenible en Cali.

Tabla 11

Oportunidades y Limitaciones para el Desarrollo de Empleos Verdes en Cali

Oportunidad	Descripción / Beneficio para la ciudad	Limitación / Dificultad asociada
Potencial de bionegocios urbanos	Circuitos cortos, mercados verdes, cosmética natural, alimentos funcionales, huertas urbanas.	Escasa financiación para emprendimientos verdes; dificultades de escalamiento.
Ecosistemas de conocimiento	Universidades, centros de I+D, incubadoras y redes de transferencia.	Falta de articulación estable entre academia-empresa-Estado.
Creciente cultura ambiental ciudadana	Mayor participación comunitaria en educación ambiental, reciclaje y acciones climáticas.	Persistencia de hábitos de consumo no sostenibles.
Programas municipales de inclusión laboral	Empleos verdes para mujeres, jóvenes y recicladores; compras públicas sostenibles.	Dependencia de cooperación externa y continuidad administrativa.
Ubicación estratégica de Cali y biodiversidad	Proximidad a áreas protegidas, ríos y cuencas; potencial para ecoturismo y restauración.	Urbanización y presión sobre ecosistemas periurbanos.
Iniciativas de movilidad sostenible	Buses eléctricos, ciclorutas, movilidad activa y políticas de eficiencia.	Infraestructura aún limitada; incentivos insuficientes para adopción.

Fuente. Elaboración propia con base en Gandini & Peña (2024); Santacruz Maldonado (2023); DAGMA (2024); Mejía et al. (2025); Quintero-Ángel et al. (2023); Aristizábal & Rodríguez (2022); Trujillo et al. (2023).

Iniciativas recientes y acciones destacadas en Cali

En los últimos años, la ciudad de Cali ha intensificado su compromiso con el desarrollo sostenible a través de estrategias multisectoriales centradas en la bioeconomía, los empleos verdes y la economía circular. Un hito relevante fue la realización de la COP16, que representó no solo un evento de importancia ambiental global, sino una plataforma para el fortalecimiento económico local sostenible. Según cifras de la Alcaldía de Cali, la Ciudadela de la Biodiversidad durante la COP16 acogió a más de 57.665 visitantes y 255 emprendimientos sostenibles, generando ventas por más de \$566 millones de pesos. Además, el 34,7 % de los emprendedores reportaron ingresos superiores a su promedio habitual, destacando la visibilidad y redes de negocio que les dejó el evento (Secretaría de Desarrollo Económico, 2024).

La COP16 también permitió la creación de más de 3.100 empleos verdes temporales y formales relacionados con logística, turismo, sostenibilidad y actividades de apoyo comunitario. Este evento impulsó además el lanzamiento de circuitos de biodiversidad, apoyo en capital semilla, ruedas de negocio verdes y múltiples alianzas entre el sector público y privado (Redacción Semana, 2024). El encuentro también sirvió de catalizador para otras iniciativas como la “Rueda de Conexiones Triple Impacto”, en la cual participaron más de 2.000 empresarios y emprendedores, frente a los 300 que asistieron tres años atrás (Cámara de Comercio de Cali, 2024).

Desde el sector institucional, se destaca el fortalecimiento de la Ventanilla de Negocios Verdes del DAGMA, que ha acompañado a emprendedores caleños para visibilizarse en ferias como BIOEXPO, con resultados positivos en alianzas estratégicas y comercialización de productos ecoamigables (Dagma, 2023). Esta estrategia ha sido articulada con la Política Pública de Negocios Verdes y el impulso de los nueve clústeres sostenibles de Cali, que agrupan a más

de 6.200 empresas que en conjunto sumaron ventas por \$94,1 billones de pesos en 2022 (Quiceno, 2024).

En cuanto a innovación tecnológica, la iniciativa NIDO, liderada por la Secretaría de Desarrollo Económico, ha identificado y acompañado a más de 300 emprendimientos digitales relacionados con la bioeconomía, la agroindustria y las energías renovables, consolidando a Cali como un polo regional en startups sostenibles (Secretaría de Desarrollo Económico, 2025). Esta tendencia se refleja en el crecimiento del 75 % en el número de startups en 2024 frente al año anterior.

A nivel de reciclaje, destacan proyectos como “Cali Circular”, que busca elevar del 18 % al 99 % el aprovechamiento de residuos reciclables, conectando a recicladores con empresas a través de plataformas digitales y ruedas de negocio (Santacruz Maldonado, 2023). Asimismo, la alianza entre la Alcaldía y Swisscontact para implementar el programa “Residuos que valen oro” ha logrado capacitar a 600.000 ciudadanos y pretende transformar 65.000 toneladas de residuos para 2025 (Cuero Bayona, 2025).

Empresas locales como Biogreen SAS, han sido pioneras en el modelo de reciclaje inclusivo. Esta compañía recolecta 100 toneladas de residuos mensualmente, formalizando a recicladores de Cali y municipios cercanos, aportando empleo e impacto ambiental positivo (Benavidez Eraso, 2025). Estas acciones son cruciales frente a un panorama en el que la brecha entre oferta y demanda de talento verde sigue creciendo: entre 2021 y 2024, la demanda de trabajadores calificados en sostenibilidad creció 34.5 %, mientras que la oferta apenas un 5.5 %, lo que proyecta un déficit crítico de talento especializado para 2030 y 2050 (Salazar Gaitán, 2025).

Este dinamismo local se traduce en indicadores prometedores: en el Valle del Cauca existen más de 4.486 bionegocios registrados, muchos de ellos ubicados en Cali, con un potencial de contribuir al 6 % del PIB regional para 2050 (Cardona Ruiz, 2025). La Tabla 12 contiene datos significativos sobre eventos, proyectos y métricas locales que fortalecieron el ecosistema verde y circular de la ciudad de Cali en los últimos años.

Tabla 12

Datos Recientes sobre Empleos Verdes y Sostenibilidad en Cali

Indicador / Iniciativa	Dato clave	Fuente
Visitantes en Ciudadela de la Biodiversidad – COP16	57.665 personas	Secretaría de Desarrollo Económico (2024)
Empleos generados durante la COP16	Más de 3.100 empleos verdes temporales y formales	Redacción Semana (2024)
Total de emprendimientos participantes – COP16	255 emprendimientos y 20 mercados campesinos	Secretaría de Desarrollo Económico (2024)
Empresas en clústeres sostenibles de Cali	Más de 6.200 empresas; ventas por \$94,1 billones	Quiceno (2024)
Emprendimientos digitales mapeados por NIDO (2024)	235 startups (75 % más que en 2023)	Secretaría de Desarrollo Económico (2025)
Ciudadanos capacitados en reciclaje (2025)	600.000 personas	Cuero Bayona (2025)
Meta de residuos aprovechables al 2025 (programa oficial)	65.000 toneladas	Cuero Bayona (2025)
Brecha entre oferta y demanda de talento verde (2021–2024)	34.5 % demanda vs. 5.5 % oferta	Salazar Gaitán (2025)
Bionegocios en el Valle del Cauca	4.486 negocios; proyección de 6 % del PIB en 2050	Cardona Ruiz (2025)
Toneladas recicladas por Biogreen SAS mensualmente	100 toneladas mensuales	Benavidez Eraso (2025)

Fuente. Elaboración propia con base en fuentes señaladas.

Casos de Éxito

Los casos de éxito reflejan cómo el tejido empresarial local está respondiendo de manera concreta a los desafíos ambientales, al tiempo que fortalece la inclusión social y dinamiza la economía regional desde una perspectiva ecológica.

La tabla 13 presenta empresas consolidadas o clústeres empresariales en Cali que han demostrado resultados exitosos en sostenibilidad ambiental, economía circular o generación de empleos verdes en la última década.

Tabla 13

Empresas Destacadas en Empleos Verdes y Sostenibilidad en Cali y Alrededores

Empresa / Institución	Sector principal	Impacto ambiental / verde	Impacto laboral / inclusión	Fuente
Emcali	Energía limpia y tratamiento de aguas	Reutilización de lodos como ecomateriales; energía solar en hogares	Generación de empleos técnicos y operativos en energías renovables	Semana (2024)
Biogreen SAS	Reciclaje formal e inclusivo	Recolección de 100 toneladas mensuales de residuos	Formalización de recicladores, empleos directos	Benavidez Eraso (2025)
Clusters productivos	Múltiples sectores sostenibles (9 clústeres)	Alineación con prácticas sostenibles; \$94,1 billones COP en ventas (2022)	Más de 6.200 empresas involucradas en Cali	Quiceno (2024)
Empresarios BIOEXPO	Bioeconomía y emprendimiento verde	Procesos con materiales naturales, biodiversidad y tecnología limpia	Participación de 6 emprendimientos caleños, visibilidad nacional	Dagma (2023)
Ciudadela de la Biodiversidad (COP16)	Economía circular y mercados verdes	255 emprendimientos sostenibles; 20 mercados campesinos	\$566 millones COP en ventas; 34,7 % mejoraron ingresos	Secretaría de Desarrollo Económico (2024)

Fuente. Elaboración propia con base en fuentes señaladas.

La Tabla 14 resalta los emprendimientos o programas que han fortalecido el ecosistema de negocios verdes y bionegocios en Cali, evidenciando sus impactos en sostenibilidad, inclusión social y generación de empleos verdes.

Tabla 14*Emprendimientos o Programas Clave en Negocios Verdes en Cali y Alrededores*

Emprendimiento / Proyecto	Tipo / Enfoque	Resultados obtenidos	Aporte a empleos verdes y sostenibilidad	Fuente
Cali Circular	Plataforma y proyecto municipal	Busca aumentar reciclaje del 18 % al 99 %	Vinculación de recicladores, alianza con empresas	Santacruz Maldonado (2023)
Ventanilla de Negocios Verdes - DAGMA	Asistencia a bionegocios	Acompañamiento técnico a emprendedores caleños	Impulsa certificación y formalización	Dagma (2023)
Programa Residuos que valen ORO	Gestión de residuos y capacitación	600.000 personas capacitadas; meta de 65.000 t aprovechadas para 2025	Transformación de residuos en oportunidades laborales	Cuero Bayona (2025)
Circuitos de Biodiversidad (COP16)	Mercados verdes y turismo sostenible	Incentivo a emprendimientos ecológicos mediante rutas y ferias	Inclusión en ruedas de negocio y capital semilla	Semana (2024)
Iniciativa NIDO	Base tecnológica y sostenibilidad	235 startups mapeadas en 2024; 300 beneficiadas	Impacto en agroindustria, biotecnología y renovables	Secretaría de Desarrollo Económico (2025)

Fuente. Elaboración propia con base en fuentes señaladas.

El éxito de una empresa o negocio es en buena medida resultado del trabajo de sus colaboradores. La Tabla 15 recoge ejemplos de los empleos verdes con mayor demanda en Cali y municipios aledaños, teniendo en cuenta su aporte a la sostenibilidad ambiental, la capacitación necesaria y su relevancia económica.

Tabla 15*Ejemplos de Empleos Verdes más Demandados en Cali y Alrededores*

Cargo/Empleo Verde	Descripción breve	Formación requerida	Sector	Salario promedio (COP)
Técnico/a en energía solar	Instala y mantiene sistemas fotovoltaicos.	Técnica o tecnólogo en energías renovables	Energía limpia	\$1.800.000 - \$2.400.000
Gestor/a ambiental	Supervisa cumplimiento ambiental y planes de mitigación.	Profesional en ingeniería ambiental	Industria / Servicios públicos	\$2.000.000 - \$3.500.000
Operario/a de reciclaje	Clasifica y gestiona residuos reutilizables.	Secundaria + capacitación práctica	Gestión de residuos	\$1.200.000 - \$1.500.000
Promotor/a de economía circular	Coordina proyectos de reutilización y logística inversa.	Profesional en ingeniería o afines	Producción y manufactura	\$2.500.000 - \$4.000.000
Asesor/a en negocios verdes	Acompaña a emprendedores en procesos de sostenibilidad.	Profesional en economía o administración	Bioeconomía / Servicios	\$2.000.000 - \$3.800.000
Técnico/a en agricultura sostenible	Aplica técnicas agroecológicas y cultivos orgánicos.	Técnica agropecuaria con enfoque ecológico	Agroindustria	\$1.400.000 - \$2.000.000
Educador/a en sostenibilidad	Diseña programas educativos sobre medio ambiente.	Licenciatura en ciencias ambientales	Educación / ONG	\$1.800.000 - \$2.500.000
Especialista en tratamiento de aguas residuales	Implementa soluciones para el manejo de aguas.	Ingeniería sanitaria o ambiental	Agua y saneamiento	\$2.500.000 - \$4.500.000
Coordinador/a de logística inversa	Administra retorno de productos y empaques.	Profesional en logística o industrial	Comercio y manufactura	\$2.800.000 - \$4.000.000
Analista en sostenibilidad corporativa	Gestiona indicadores de sostenibilidad empresarial.	Profesional en administración o finanzas	Sector empresarial y servicios	\$3.000.000 - \$5.000.000

Fuente. Elaboración propia con base en Redacción Semana (2024), Cardona Ruiz (2025), Cuero Bayona (2025), Benavidez Eraso (2025), Quiceno (2024), Salazar Gaitán (2025), Arango (2024) y Secretaría de Desarrollo Económico de Cali (2025).

Nota. La información presentada en esta tabla es de carácter ilustrativo, se elaboró a partir de vacantes en portales de empleo y referencias complementarias. Los rangos salariales y denominaciones de cargos son aproximados y pueden variar según la empresa y el contexto local.

El Papel de la Educación

La educación es un pilar fundamental para la consolidación de los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental. La transición hacia modelos productivos más sostenibles requiere de una fuerza laboral capacitada en nuevas competencias técnicas, científicas y de gestión, capaces de enfrentar los desafíos ambientales y aprovechar las oportunidades económicas asociadas (OIT, 2022). La formación académica, tanto a nivel profesional como técnico, es esencial para garantizar que las personas accedan a empleos verdes de calidad, con condiciones laborales dignas y con la posibilidad de contribuir a la mitigación de la crisis climática.

En Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se ha posicionado como el principal promotor de la educación para el trabajo en sectores verdes. A través de programas de formación técnica, tecnológica y complementaria, el SENA busca desarrollar competencias en áreas como energías renovables, gestión de residuos, eficiencia energética, bioeconomía y movilidad sostenible. Solo en el 2023, el SENA capacitó a más de 12.000 colombianos en temas de sostenibilidad ambiental, fortaleciendo así las capacidades productivas y de innovación en territorios como el Valle del Cauca (SENA, 2024).

El SENA ha estructurado su oferta formativa en empleos verdes para apoyar la Transición Energética Justa (TEJ), abarcando desde la mecánica de vehículos eléctricos hasta la promoción de la cultura vial sostenible. Sin embargo, aún existen brechas en áreas como la certificación de vehículos eléctricos, reacondicionamiento de baterías y gestión de cadenas de suministro, que requieren ser abordadas con mayor profundidad (SENA, 2025).

La Tabla 16 resume los principales programas y certificaciones del SENA orientados a empleos verdes, destacando su relación con sectores productivos clave para la transición ecológica en Colombia.

Tabla 16

Programas de Formación y Certificaciones del SENA en Empleos Verdes

Programa / Certificación	Descripción breve	Sector productivo
Diagnóstico de propulsión eléctrica vehicular	Identificación y resolución de fallas en vehículos eléctricos e híbridos.	Movilidad sostenible
Tecnólogo en mantenimiento mecánico de automotores	Formación integral en reparación de sistemas eléctricos y electrónicos automotrices.	Industria automotriz
Técnico en mantenimiento de vehículos livianos	Asegura el funcionamiento eficiente de vehículos con enfoque ambiental.	Transporte / Movilidad
Técnico en mecánica de la bicicleta y promoción de la cultura vial	Promoción del uso de la bicicleta y mantenimiento de sus componentes.	Movilidad sostenible
Técnico en ensamblaje de componentes para automotores	Ensamblaje y revisión de piezas en la industria de vehículos sostenibles.	Industria automotriz
Formación en energías renovables y eficiencia energética	Capacitación en instalación y mantenimiento de sistemas solares y eólicos.	Energía limpia
Gestión ambiental y economía circular	Aplicación de modelos circulares en empresas y procesos productivos.	Producción sostenible
Formación en bionegocios y bioeconomía	Desarrollo de negocios basados en recursos biológicos con enfoque de sostenibilidad.	Bioeconomía y agroindustria

Fuente. Elaboración propia con base en SENA (2024, 2025).

Nota. Los programas de formación que ofrece el SENA están sujetos a cambios y actualizaciones permanentes. Por ello, la disponibilidad específica de cursos y certificaciones puede variar en el

tiempo de consulta. La información de esta tabla se elaboró con base en los portales oficiales de la entidad.

Otra institución de gran relevancia en Colombia es la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) que ha consolidado su rol como una institución educativa clave en la promoción de la sostenibilidad y el desarrollo económico en el Valle del Cauca. A través de su metodología virtual y a distancia, la UNAD contribuye activamente a la formación de profesionales, el fomento de la economía circular y la generación de empleos verdes. Esta contribución se manifiesta en su oferta académica, en la promoción de proyectos de investigación y emprendimiento, y en el apoyo directo a la inserción laboral de sus estudiantes y egresados en sectores ecológicos (UNAD, 2025a).

La UNAD ha diseñado su portafolio académico para responder a las necesidades ambientales de la región, formando profesionales con una visión integral de la sostenibilidad. Un ejemplo central es el programa de Ingeniería Ambiental, que dota a los estudiantes de las competencias necesarias para diseñar y gestionar soluciones a problemas de contaminación y degradación de recursos naturales (UNAD, 2025b). Este programa incluye en su plan de estudios materias fundamentales como la Gestión integral de residuos sólidos, la Evaluación de impacto ambiental y el estudio de Fuentes de energías alternativas. A través de estos conocimientos, los futuros ingenieros de la UNAD están capacitados para implementar proyectos que mitiguen el impacto ambiental y promuevan la eficiencia de los recursos en empresas e industrias del Valle del Cauca, un departamento con una fuerte actividad industrial y agrícola.

Complementando su oferta de pregrado, la UNAD ofrece posgrados que profundizan en temáticas de sostenibilidad. La Maestría en Política, Derecho y Gestión Ambiental, por ejemplo, está diseñada para formar líderes capaces de desarrollar estrategias y normativas que protejan el

medio ambiente (UNAD, 2025c). Este enfoque es especialmente relevante en el contexto de Cali y el Valle del Cauca, donde la gestión adecuada de la política ambiental es crucial para equilibrar el desarrollo económico con la conservación de la rica biodiversidad de la región. De esta forma, la UNAD no solo educa a futuros profesionales, sino que también los capacita para influir en las decisiones públicas y empresariales de manera que se alineen con los principios de la sostenibilidad y la economía circular.

Además de los programas formales, la UNAD promueve la sostenibilidad a nivel institucional a través de sus propios Programas de Gestión Ambiental. Estos programas, diseñados para su operación interna, son un modelo práctico de cómo una organización puede adoptar prácticas sostenibles. Incluyen iniciativas como el Programa de Ahorro y Uso Eficiente de Agua Potable, el Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos y Especiales y un Programa de Eficiencia Administrativa y Cero Papel (UNAD, 2022). Aunque estas iniciativas se implementan en toda la universidad, su aplicación en las sedes de Cali y Palmira demuestra un compromiso tangible con la reducción de la huella ecológica en el territorio, sirviendo de ejemplo para otras instituciones y empresas de la región.

La UNAD canaliza sus esfuerzos hacia la economía circular y la generación de emprendimientos verdes a través de proyectos de investigación y de su Vicerrectoría de Innovación y Emprendimiento (VIEM). Un ejemplo concreto de este compromiso en el Valle del Cauca es un proyecto que buscaba fomentar la cultura del reciclaje masivo en un barrio de la ciudad de Palmira (Barón Sánchez, Salas Herrera, Abuchaibe & Montenegro Suarez, 2021). Liderado por estudiantes de la UNAD, este proyecto no solo buscaba concienciar a la comunidad sobre la importancia ambiental del reciclaje, sino también generar materia prima reutilizable para empresas dedicadas al reproceso industrial, creando así un circuito virtuoso de economía circular

a nivel local. Este tipo de iniciativas son un claro ejemplo de cómo la universidad se proyecta en su territorio, buscando soluciones prácticas a problemas ambientales y sociales.

En el sector agrícola, fundamental para la economía del Valle del Cauca, la UNAD ha liderado proyectos de gran impacto en la agricultura sostenible. El profesor Milton Ararat Orozco, de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), presentó una innovadora propuesta sobre la biofertilización para mejorar la productividad agrícola en zonas de ladera del Valle del Cauca y el Huila (UNAD, 2024). Esta técnica, que utiliza microorganismos benéficos, se ha perfilado como una solución sostenible que combate la erosión y la pérdida de nutrientes, además de reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Este proyecto no solo genera conocimiento, sino que también ofrece alternativas productivas que, al ser adoptadas por los agricultores de la región, pueden crear empleos verdes y fortalecer una cadena de valor agrícola más respetuosa con el medio ambiente.

La Vicerrectoría de Innovación y Emprendimiento (VIEM) de la UNAD es una pieza fundamental en el fomento de la innovación sostenible. A través de iniciativas como el "Consultorio de Innovación y Emprendimiento," la universidad acompaña a estudiantes, egresados y empresarios en la "creación, aceleración y sostenibilidad de sus iniciativas" (UNAD, 2025d). Este apoyo institucional es crucial para que las ideas de negocio con un componente ambiental, como el reciclaje, la energía renovable o la agricultura sostenible, puedan convertirse en empresas sólidas que generen empleos de calidad y contribuyan al desarrollo económico de la región.

La UNAD se preocupa por asegurar que sus estudiantes y egresados encuentren oportunidades de empleo en consonancia con su formación académica y el enfoque de sostenibilidad de la institución. A través de sus plataformas de empleabilidad, la universidad

actúa como un puente entre el talento unadista y las empresas que buscan profesionales con una conciencia ambiental. Aunque las ofertas de empleo varían, la plataforma incluye vacantes relevantes para los estudiantes de la región, como "Estudiante en práctica de seguridad y salud en el trabajo" en una cooperativa en Cali, lo que demuestra la conexión con el mercado laboral local (Hoy Trabajas, 2025).

Más allá de la bolsa de empleo, la UNAD prepara a sus estudiantes para los empleos verdes mediante la experiencia práctica en proyectos. La participación de estudiantes en iniciativas como el proyecto de biofertilización en el Valle del Cauca es una forma directa de dotarlos de experiencia investigativa y aplicada, haciéndolos más atractivos para el mercado laboral en sectores como la agricultura sostenible. De manera similar, los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental que participan en proyectos de gestión de residuos o de energías renovables adquieren habilidades prácticas que son altamente valoradas en el ámbito profesional, lo que facilita su inserción en un mercado laboral en crecimiento (UNAD, 2024).

la metodología a distancia y virtual de la UNAD tiene un impacto en la generación de empleos verdes, ya que permite que personas en zonas rurales y apartadas del Valle del Cauca accedan a una educación de calidad en temas ambientales, sin tener que desplazarse a la ciudad. Esto no solo democratiza el acceso a la educación superior, sino que también fomenta la creación de capacidades en las propias comunidades, permitiendo que sus miembros desarrollen proyectos sostenibles y se conviertan en agentes de cambio en sus propios territorios. La UNAD, por tanto, no solo forma, sino que empodera a las comunidades para que sean protagonistas de un desarrollo más sostenible en el Valle del Cauca (UNAD, 2025a).

Además del SENA y la UNAD, en Cali y el Valle del Cauca existen instituciones de educación superior y centros de apoyo a emprendimientos verdes que desempeñan un papel estratégico en la formación de talento y la promoción de proyectos sostenibles. Estas entidades ofrecen programas académicos, diplomados, asesorías y espacios de incubación de iniciativas enfocadas en sostenibilidad ambiental, economía circular y empleos verdes. La Tabla 17 presenta entidades académicas y de apoyo al emprendimiento en Cali y el Valle del Cauca que contribuyen a la generación de empleos verdes mediante formación, asesorías y proyectos de innovación.

Tabla 17

Instituciones destacadas en formación y apoyo a empleos verdes en Cali y Valle del Cauca

Institución	Tipo de apoyo / formación	Enfoque principal
Universidad del Valle	Programas y grupos en sostenibilidad y energía.	Educación superior / Investigación
Universidad Autónoma de Occidente (UAO)	Ingeniería ambiental y proyectos de economía circular.	Educación superior / Innovación
Universidad Icesi	Iniciativas de emprendimiento e innovación sostenible.	Educación superior / Emprendimiento
Universidad Santiago de Cali (USC)	Ingeniería y ciencias ambientales con foco urbano.	Educación superior / Formación aplicada
Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira	Agroindustria y líneas de bioeconomía regional.	Educación superior / I+D agroambiental

Fuente. Elaboración propia con base en Gandini & Peña (2024); Mejía et al. (2025); Cortés Mejía (2020).

Análisis DOFA

La ciudad de Cali y su área metropolitana enfrentan grandes desafíos en materia ambiental, pero también se posicionan como un territorio con alto potencial para el desarrollo de empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad. La combinación de riqueza natural, presencia de instituciones académicas, iniciativas empresariales emergentes y un creciente interés por modelos de producción sostenibles, convierte a la región en un escenario propicio para avanzar hacia una economía baja en carbono. Sin embargo, persisten limitaciones estructurales, como la informalidad laboral, la debilidad institucional y la falta de inversión en innovación verde, que condicionan este proceso (Gandini & Peña, 2024; Mejía et al., 2025). En este contexto, en la Figura 1, se presenta a continuación un Análisis DOFA o FODA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) para identificar los factores que influyen en la consolidación de los empleos verdes en Cali y sus alrededores.

Figura 1

Análisis DOFA: Empleos Verdes en Cali y alrededores



Fuente. Elaboración propia con base en Gandini & Peña (2024); Mejía et al. (2025); Trujillo et al. (2023); OIT (2022); DAGMA (2024).

El análisis DOFA revela que Cali posee fortalezas clave para impulsar los empleos verdes, especialmente en sectores como el turismo de naturaleza, la gestión de residuos y la bioeconomía. La existencia de instituciones educativas comprometidas y el dinamismo de pequeños emprendimientos locales son activos importantes para la transición hacia una economía más sostenible.

Por otro lado, las oportunidades externas como la visibilidad internacional generada por la COP16 y la creciente demanda de empleos verdes a nivel nacional e internacional ofrecen una ventana estratégica para captar inversiones, cooperación técnica y posicionar la ciudad como líder regional en sostenibilidad (Salazar Gaitán, 2025; Secretaría de Desarrollo Económico, 2024)

Sin embargo, el territorio enfrenta debilidades estructurales relacionadas con la informalidad laboral, la escasa oferta de formación especializada y las limitaciones en el acceso a financiamiento para proyectos verdes. Estos aspectos requieren de una atención prioritaria para evitar que las oportunidades se vean desaprovechadas.

En cuanto a las amenazas, factores como la crisis climática, la limitada capacidad de inversión pública y la competencia de grandes empresas en el mercado de empleos verdes, pueden dificultar la consolidación de iniciativas locales si no se generan estrategias de protección y fortalecimiento para los actores regionales.

Discusión Crítica

Durante el desarrollo de la presente monografía se ha explorado el panorama de los empleos verdes, la economía circular y la sostenibilidad ambiental en Colombia, y particularmente en la ciudad de Cali y alrededores, identificando que existe una profunda discrepancia entre la ambición política y la efectividad operativa. Si bien el marco normativo colombiano, como el Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030 y la Estrategia Nacional de Economía Circular, establece una dirección clara para una transición hacia modelos productivos sostenibles con generación de empleo e innovación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022), su implementación en el territorio presenta serias fallas que impiden una transición justa y eficiente. Este escenario no solo representa una falta de recursos, sino una falla fundamental en el diseño de sistemas de gestión y procesos de planificación multisectorial.

La primera y más evidente de estas fallas radica en la desconexión entre la política nacional y la acción territorial. Los instrumentos de política pública son, en esencia, hojas de ruta estratégicas; sin embargo, en el caso colombiano, carecen de los lineamientos operativos diferenciados que permitan su aplicación en contextos específicos como el de una ciudad intermedia o zonas urbanas como Cali. Esta falta de adaptación genera que los esfuerzos se fragmenten y que los impactos concretos en empleabilidad, transformación productiva y justicia ambiental sean limitados. A nivel de Cali, el programa “Cali Circular” es un ejemplo de iniciativa local loable, que busca articular acciones del sector privado, gobierno y ciudadanía en torno a la economía circular. No obstante, los informes muestran que muchas de estas iniciativas aún están en etapa de pilotaje y no han escalado a políticas públicas permanentes ni a una articulación regional fuerte con municipios aledaños como Yumbo o Jamundí (Gandini & Peña,

2024). Esto genera un riesgo de fragmentación y pérdida de impacto sistémico, pues los proyectos se mantienen desconectados del resto de la dinámica económica y social del territorio.

Un segundo punto de análisis crítico se centra en la ingeniería del talento humano y la formación. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha reconocido el papel de los empleos verdes para generar trabajo decente y sostenible, y ha destacado que países como Colombia tienen un potencial relevante para crear empleos en sectores como la agricultura sostenible, energías renovables y el manejo eficiente de residuos (OIT, 2022). Sin embargo, la OIT también advierte que la falta de inversión y de formación técnica limita la expansión de estos sectores. En Cali, a pesar de los esfuerzos de formación, como los liderados por el SENA, la UNAD y otras instituciones universitarias locales, aún no se logra una cobertura suficiente para sectores emergentes como la movilidad eléctrica o la gestión energética. Más aún, a pesar de los avances del SENA, aún se reportan brechas en la oferta educativa relacionada con la transformación digital, la trazabilidad de procesos circulares y la certificación de competencias específicas para empleos verdes, lo que limita la inserción laboral plena de los egresados (SENA, 2025). La falta de un análisis de brechas de competencias detallado y una planificación curricular que se alinee con las proyecciones de crecimiento de la economía verde es una falla de planificación estratégica que se debe abordar. No basta con formar; es imperativo formar para lo que el mercado necesita, garantizando que el capital humano sea un motor y no un cuello de botella para la transición.

El tercer pilar de esta discusión crítica es la gestión de la transición justa, un concepto que brilla por su ausencia en el contexto colombiano. La monografía ha evidenciado cómo otros países han avanzado más en la institucionalización de los empleos verdes. Países como Alemania han implementado programas de reconversión laboral para trabajadores en sectores

contaminantes, acompañados de subsidios, formación técnica y garantías de inserción laboral en industrias sostenibles, un enfoque conocido como “Just Transition Measures” (Rodríguez, 2022). En contraste, en Colombia, iniciativas similares no han sido plenamente implementadas, lo cual genera un vacío en la protección de los trabajadores que pueden verse desplazados por la transición ecológica. Esto no solo es un problema de justicia social, sino también una barrera para la innovación, ya que la resistencia de los sectores industriales tradicionales puede frenar la inversión y el desarrollo de nuevas tecnologías. La Ley de Reducción de la Inflación en Estados Unidos, que destina recursos significativos para la reconversión de industrias, generación de empleos verdes y electrificación del transporte, demuestra que la transición requiere de un catalizador fiscal y regulatorio robusto (Suárez-Cuesta et al., 2024), algo que Colombia aún no ha logrado consolidar. La falta de un sistema nacional de incentivos ambientales para el sector productivo local evidencia una falta de alineación entre las metas ambientales y las políticas económicas, que impide que las empresas sostenibles compitan en igualdad de condiciones frente a aquellas que no aplican criterios ambientales estrictos.

Un cuarto elemento de análisis crítico relevante es la informalidad laboral y su gestión de la cadena de valor. Sectores como el reciclaje y la agricultura urbana, aunque generan una alta cantidad de empleos verdes, la mayoría son informales, sin seguridad social ni garantías laborales (Aristizábal Gómez & Rodríguez Buenahora, 2022). Las políticas públicas aún no han logrado una inclusión efectiva de estos trabajadores en programas de capacitación y formalización. Este problema se agrava por la falta de estadísticas desagregadas que permitan cuantificar y caracterizar adecuadamente este tipo de empleos en la ciudad. La ausencia de datos fiables es una falla de la ingeniería de la información que impide el diseño de políticas públicas basadas en evidencia. Sin una comprensión clara del problema, es imposible diseñar soluciones

efectivas. La solución no es solo formalizar, sino rediseñar los procesos de gestión de residuos y la logística de la agricultura urbana para integrar a estos trabajadores de manera digna y productiva, eliminando las barreras que perpetúan la vulnerabilidad y la exclusión. A pesar de estos desafíos, se han identificado experiencias exitosas a nivel local, como los emprendimientos apoyados por la Cámara de Comercio de Cali, aunque estas siguen siendo excepciones en un entorno con limitaciones estructurales de acceso al crédito y escaso acompañamiento técnico (Galindo & Céspedes, 2022).

Finalmente, la monografía resalta la dimensión sociocultural y la falta de integración transversal en las políticas públicas. La adopción de prácticas sostenibles requiere un cambio de mentalidad en empleadores y ciudadanía. Como señalan Nieves Mendoza y Morales Cely (2022), existe una brecha entre las actitudes ambientales positivas y los comportamientos reales de consumo y producción, lo cual dificulta la consolidación de mercados verdes sólidos. En Cali, esta contradicción se manifiesta en el limitado compromiso de los consumidores con prácticas circulares, lo que dificulta la consolidación de mercados verdes sólidos. La ingeniería de sistemas de producción y consumo debe considerar este factor humano. Los empleos verdes y la economía circular no pueden florecer en un entorno donde no hay una demanda sostenida. La crítica, por ende, es que las políticas públicas no solo deben enfocarse en la oferta de empleos y productos sostenibles, sino también en la creación de una demanda consciente y en la transformación de los patrones de consumo. La falta de integración de los empleos verdes en la planeación, las compras públicas y los incentivos productivos es una falla de diseño político que impide la articulación de la economía verde con el tejido productivo tradicional. El Valle del Cauca, como región vulnerable a fenómenos como sequías, inundaciones y pérdida de

biodiversidad, hace que los empleos verdes sean una necesidad estratégica para la adaptación y resiliencia territorial, no solo una opción económica (Quintero-Angel et al., 2023).

En suma, la monografía revela que el camino de Cali hacia los empleos verdes y la economía circular está lleno de obstáculos que solo pueden superarse con un enfoque más riguroso y sistémico. Los hallazgos de la investigación evidencian que el problema no es la falta de ideas o de iniciativas, sino la incapacidad para integrar, escalar y sostener estos esfuerzos de manera coherente. El reto es pasar del discurso ambiental a una planificación multisectorial y territorial que integre de forma holística la formación, la empleabilidad, la producción y el consumo sostenible, garantizando que la transición sea justa, eficiente y equitativa para todos los ciudadanos.

Recomendaciones y Conclusiones

Los empleos verdes se consolidan como una estrategia clave para el desarrollo sostenible, articulando dimensiones ecológicas, económicas y sociales. En Colombia, han demostrado ser una vía para impulsar sectores como la energía renovable, la agricultura orgánica, la gestión de residuos y el ecoturismo, al tiempo que se promueven condiciones laborales más dignas. En Cali y el Valle del Cauca, la riqueza natural, la participación de actores locales y la existencia de proyectos piloto han permitido avanzar en esta dirección, aunque persisten limitaciones importantes que deben ser abordadas.

Uno de los principales aportes de esta estrategia es su vínculo estrecho con la educación y la innovación. El papel de instituciones como el SENA, la UNAD y otras universidades locales ha sido fundamental en la formación de talento humano para estas nuevas economías. A pesar de ello, todavía existen vacíos en la cobertura, pertinencia y actualización de programas educativos, lo que impide que más personas accedan a las oportunidades laborales que ofrece el mercado verde.

En el plano normativo, Colombia ha dado pasos importantes mediante políticas como el Plan Nacional de Negocios Verdes, la Estrategia Nacional de Economía Circular y la inclusión de componentes ambientales en los planes de desarrollo territorial. Sin embargo, el análisis evidencia que aún hay una débil articulación entre niveles de gobierno, limitaciones presupuestales, escasa inversión en bioemprendimientos y obstáculos para la formalización del trabajo verde, especialmente en sectores informales como el reciclaje.

Un aspecto destacable es el crecimiento de los bionegocios y la bioeconomía, los cuales han mostrado ser una alternativa viable para la innovación desde el uso sostenible de la biodiversidad. Pequeños emprendimientos en cosmética natural, agroindustria ecológica y

biotecnología aplicada han demostrado que es posible crear valor económico respetando los ciclos naturales y generando empleo de calidad. No obstante, estos esfuerzos requieren mayor visibilización, acompañamiento técnico y financiero, así como una red de apoyo territorial que permita su sostenibilidad.

A nivel local, los casos de éxito identificados en Cali y municipios cercanos evidencian que los empleos verdes no solo son posibles, sino que pueden ser altamente transformadores cuando se integran a dinámicas comunitarias, cadenas productivas sostenibles y redes de economía solidaria. Estas experiencias deben servir como referentes para replicar modelos exitosos que equilibren el desarrollo económico con la protección del entorno.

De igual forma, se constata que la economía circular continúa siendo una herramienta infrautilizada. Si bien existen iniciativas importantes en reciclaje, diseño ecológico y reaprovechamiento de materiales, su integración plena en la planificación urbana, la industria y el consumo cotidiano aún enfrenta múltiples barreras culturales y operativas. La apropiación de estos conceptos, tanto desde el gobierno como desde la ciudadanía, es clave para lograr un verdadero cambio de paradigma.

Es evidente que cualquier apuesta por el desarrollo sostenible debe contemplar la inclusión y equidad. Las mujeres, los jóvenes, las comunidades étnicas y los recicladores deben ocupar un lugar prioritario en las estrategias de generación de empleo verde, garantizando no solo acceso al trabajo, sino también condiciones dignas, seguridad social, formación continua y participación en la toma de decisiones.

En función de este panorama, se plantean una serie de recomendaciones que pueden contribuir a potenciar la implementación de los empleos verdes y a superar las barreras que aún limitan su consolidación.

Es fundamental fortalecer la coordinación interinstitucional mediante la creación de plataformas o mesas permanentes de trabajo entre entidades gubernamentales, sector privado, academia y organizaciones sociales. Estos espacios deben establecer líneas de acción claras, indicadores de seguimiento y presupuestos definidos para el fomento del empleo verde en el ámbito local y regional. Igualmente, resulta prioritario diseñar políticas públicas específicas, como una estrategia distrital de empleos verdes en Cali, que contemple una mayor eficiencia en la entrega de beneficios tributarios, apoyo al emprendimiento sostenible y reconversión laboral en sectores contaminantes.

La formación técnica y profesional debe ampliarse y diversificarse, incluyendo contenidos actualizados sobre sostenibilidad, nuevas tecnologías limpias y economía circular. El fortalecimiento del SENA, así como de programas académicos en universidades como la UNAD, con gran potencial de cobertura gracias a su modalidad virtual, puede facilitar el cierre de brechas de cualificación y la empleabilidad de la población joven. En paralelo, se debe garantizar el acceso al crédito, al capital semilla y a fondos especializados para bioemprendimientos y microempresas verdes, brindando acompañamiento y eliminando barreras de acceso al sistema financiero.

Una recomendación crucial es avanzar en la formalización del trabajo en sectores como el reciclaje, la agricultura urbana y el ecoturismo comunitario. Esto implica no solo reconocer legalmente estas actividades, sino también ofrecer protección social, reconocimiento laboral y procesos de certificación de competencias. Además, se requiere un sistema de monitoreo y

evaluación que permita cuantificar el impacto ambiental y social de los empleos verdes, generando evidencia para la toma de decisiones y la mejora continua de las políticas públicas.

Es igualmente importante promover campañas de educación ambiental y cultura ciudadana que fomenten el consumo responsable, la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental desde el ámbito cotidiano. Estas acciones, cuando son permanentes y participativas, pueden modificar hábitos y valores en la sociedad, fortaleciendo las bases culturales para una economía verde.

Por último, se recomienda aprovechar espacios y eventos internacionales como la COP16 para posicionar a Cali y al Valle del Cauca como territorios comprometidos con la transición ecológica. Este tipo de escenarios deben usarse estratégicamente para atraer inversión, cooperación técnica y nuevos proyectos piloto que contribuyan a visibilizar las fortalezas locales y a ampliar el impacto de las iniciativas existentes.

Bibliografía

- Albán, G. I. A., Pulido, V. M. Á., & Molano, V. J. H. (2017). Bionegocios, un sendero para el desarrollo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 19(2), 35-37. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/776/77653191006.pdf>
- Aparicio, S., Acosta, J., & Villalba, F. (2023). La bioeconomía como fuerza de crecimiento económico sostenible en Colombia. En A. Rincón Ruiz (Ed.), *Bioeconomía: Miradas múltiples, reflexiones y retos para un país complejo. Un libro sobre economías diversas, y economías “otras” para la vida* (pp. 132-146). Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/373330971>
- Arango, T. (2024, 24 de octubre). “El Valle del Cauca es el departamento que tiene más negocios verdes certificados”. *La República*. Disponible en: <https://www.larepublica.co/especiales/cop16/el-valle-del-cauca-es-el-departamento-que-tiene-mas-negocios-verdes-certificados-3982534>
- Aristizábal Gómez, K. V., & Rodríguez Buenahora, O. (2022). La economía circular como estrategia para la inclusión laboral de los recicladores al mercado laboral en Colombia: un reto en medio de la crisis por el covid-19. Disponible en: <https://repository.usergioarboleda.edu.co/handle/11232/1892>
- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-24892018000100409&script=sci_arttext
- Barón Sánchez, A., Salas Herrera, J. A., Abuchaibe, Y. A., & Montenegro Suarez, N. A. (2021). Proyecto para el fomento de la cultura del reciclaje en las familias del barrio el portal del

- Sembrador en la ciudad de Palmira (Valle). Repositorio Institucional UNAD. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/41414>
- Benavidez Eraso, D. V. (2025, 5 de marzo). Ruta de reciclaje contribuye al desarrollo sostenible del Valle. 90Minutos. Disponible en: <https://90minutos.co/valle-del-cauca/ruta-reciclaje-contribuye-al-desarrollo-sostenible-del-valle-05-03-2025/>
- Biocultivos. (2025). Página principal. Disponible en <https://www.biocultivos.com.co/>
- Cabral-Rochin, F., Rochin-Berumen, F. L., & Rochin-Berumen, S. P. (2025). Educación ambiental y su impacto social en la sostenibilidad empresarial. *South Florida Journal of Development*, 6(1), e4909-e4909. Disponible en: <https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/4909/3343>
- Cámara de Comercio de Cali. (2024, 19 de julio). Triple impacto: más de 2.000 empresarios y emprendedores hablaron en Cali sobre sostenibilidad, biodiversidad y negocios verdes. Alcaldía de Cali. Disponible: <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/182131/triple-impacto-mas-de-2000-empresarios-y-emprendedores-hablaron-en-cali-sobre-sostenibilidad-biodiversidad-y-negocios-verdes/>
- Campoverde-Robledo, F. N., & Soplapuco-Montalvo, J. P. (2022). Cultura ambiental sostenible en la educación. *Revista Científica de la UCSA*, 9(2), 112-128. Disponible en: <https://revista.uca-ct.edu.py/ojs/index.php/uca/article/view/100/91>
- Cardona Ruiz, L. S. (2025, 27 de abril). Empresas sostenibles, la apuesta de Cali para fortalecer el crecimiento económico de la ciudad y el departamento. *El País*. Disponible en: <https://www.elpais.com.co/economia/empresas-sostenibles-la-apuesta-de-cali-para-fortalecer-el-crecimiento-economico-de-la-ciudad-y-el-departamento-2724.html>

- Carrillo González, G., & Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23).
Disponible en: <https://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/79933>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*, 401(3), 11-20.
Disponible en:
<http://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>.
- Chavarría Miranda, H., Montero Vega, M., Rodríguez, V., Aramendis, R., Riveros, H., Blanco, M., & Productivo, D. (2021). Guía para el análisis de las posibilidades de negocios de la bioeconomía en las cadenas agroindustriales. Disponible en:
<https://repositorio.iica.int/items/727557f9-436c-493f-8fd2-48bb556996f5>
- Clean Energy Council. (2025). Clean energy careers guide. Clean Energy Council. Disponible en: <https://cleanenergycouncil.org.au/working-in-clean-energy/careers-guide>
- Comisión Europea. (2019). Pacto Verde Europeo. Unión Europea. Disponible en:
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869813/EGD_brochure_ES.pdf
- Convenio de Aarhus. (1998). Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales.
Disponible en oas.org
- Cortés Mejía, N. F. (2020). Estrategia de generación de empleo para los excombatientes al mercado del turismo de naturaleza en el municipio de Jamundí (Valle del Cauca).
Disponible en: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/12629>

- Cuero Bayona, A. P. (2025). Cali apuesta por el reciclaje con nueva estrategia para transformar residuos en oportunidades. 90Minutos. Disponible en: <https://90minutos.co/cal/cal/apuesta-reciclaje-sostenibilidad-nueva-estrategia-22-05-2025/>
- Cuesta, H. Á. (2023). Las empresas de inserción como aliadas para llevar a cabo una transición ecológica, en particular en la economía circular y en los empleos verdes. CIRIEC-España, revista jurídica de economía social y cooperativa, (42), 167-210. Disponible en: <https://turia.uv.es/index.php/juridicaciriec/article/view/26340/23065>
- Dagma. (2023, 19 de octubre). Negocios Verdes caleños sobresalieron en BIOEXPO. Alcaldía de Cali. Disponible en: <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/179045/negocios-verdes-calenos-sobresalieron-en-bioexpo/>
- Dagma. (2024, 26 de abril). Empresarios, innovadores y gobiernos Distrital y Nacional hacen equipo para impulsar los Negocios Verdes. Alcaldía de Cali. Disponible en: <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/181248/empresarios-innovadores-y-gobiernos-distrital-y-nacional-hacen-equipo-para-impulsar-los-negocios-verdes/>
- David Suárez-Cuesta, María Concepción Latorre y Diego Rodríguez. (2024). La Ley de Reducción de la Inflación y la respuesta europea: una nota. Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea). Disponible en: <https://documentos.fedea.net/pubs/ap/2024/ap2024-13.pdf>
- Eko Red. (2025). Página principal. Disponible en <https://ekored.co/>
- First Nations Clean Energy Network. (2024). National energy workforce strategy: First Nations perspectives. Disponible en: <https://www.firstnationscleanenergy.org.au/tags/jobs>
- Forero Monsalve, J. A., & Salazar Olaya, S. S. (s.f.). Prácticas sostenibles para el fortalecimiento empresarial en Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en:

<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/99af7eb0-08f0-4d83-ab6b-464bc5e8ecb4>

Galindo, E. T. R., & Céspedes, P. R. (2022). Economía circular y empresas verdes: prospectiva del desarrollo sostenible regional en Colombia. CITAS, 8(1). Disponible en:

<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/citas/article/view/7572/7009>

Gandini Ayerbe, M. A., & Peña Salamanca, E. J. (2024). Cali, ciudad-región sostenible y resiliente. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10614/16164>

Gobernación del Valle del Cauca. (s.f.). Política Pública Departamental de Ambiente y Gestión Integral del Recurso Hídrico. Gobernación del Valle del Cauca. Disponible en valledelcauca.gov.co

Gobierno de Francia. (2015). Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde. República Francesa. Disponible en: <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2017/03/ari18-2017-collin-ley-transicion-energetica-francia-crecimiento-verde.pdf>

Gonzales, M. (2025). análisis del potencial bioecológico de sistemas producto seleccionados. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/server/api/core/bitstreams/713d8447-899d-413b-8656-5609883a239a/content>

Green Plastic Colombia SAS. (2025). Página principal. Disponible en: <https://greenplastic.co/>

Guinaliu, M. C. P. (2023). Empleos verdes. Universidad de Zaragoza. Disponible en: <https://zagan.unizar.es/record/134316/files/TAZ-TFG-2023-4378.pdf>

- Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/650/486>
- Hoy Trabajas. (2025). Empleo en Colombia: Ofertas de trabajo 2024. Disponible en: <https://unad.hoytrabajas.com/ofertas-empleo-colombia>
- La República. (2025). Valle del Cauca: modelo de sostenibilidad y tecnología hacia un futuro descarbonizado. *La República*. Disponible en: <https://www.larepublica.co/especiales/lr-cali/valle-del-cauca-modelo-de-sostenibilidad-y-tecnologia-hacia-un-futuro-descarbonizado-4098019>
- Mejía, A. G., Sequeda, C. E. A., Pedraza, D. S. G., Valencia, D. A. C., León, K. J. P., Betancourth, L. C. D., & Rueda, R. F. P. (s.f.). Transiciones hacia el desarrollo sostenible del Valle del Cauca. <https://nexoscolombia.com/wp-content/uploads/2025/05/Diagnostico-Valle-del-Cauca.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2022). Plan Nacional de Negocios Verdes 2022-2030. Gobierno de Colombia. Disponible en: minambiente.gov.co
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú. (2013). Manual de Bionegocios. Disponible en: <https://recursos.exportemos.pe/manual-bionegocios-2013.pdf>
- Ministry for the Environment. (2021). Jobs for nature / Mahi mō te Taiao: Programme transition strategy. Government of New Zealand. Disponible en: <https://environment.govt.nz/assets/publications/Jobs-for-Nature-Programme-Transition-Strategy.pdf>

- Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2019/12/Acuerdo_de_Paris.pdf
- Naciones Unidas. (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asamblea General de las Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/ONU-Agenda-2030.pdf>
- Nieves Mendoza, L. M., & Morales Cely, W. A. (2022). Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular. *Tendencias*, 23(1), 372-394. Disponible en: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/7089/7920>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2021). Empleos verdes y transición justa en Colombia. OIT. Disponible en: ilo.org
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2022). ¿Cómo impulsar la creación de empleos verdes en la economía circular? La experiencia de Colombia y perspectivas para una recuperación más verde y más justa. OIT. Disponible en: ilo.org
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s.f.). Programa de Empleos Verdes. OIT. Disponible en: <https://www.ilo.org/es/media/438831/download>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2023). Transición verde y formalización laboral en Colombia. OCDE. Disponible en: oecd.org
- Pinzon Baez, O. M. (2021). El Modelo de Economía Circular, Aporte a la Sostenibilidad Ambiental ya la Generación de Empleo e Ingresos en Colombia. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44381>

Quiceno, J. C. (2024, 17 de octubre). Mientras se habla de la COP 16, nueve clusters de Cali impulsan los negocios verdes. La República. Disponible en:

<https://www.larepublica.co/empresas/las-empresas-alineadas-en-los-clusters-de-cali-alcanzan-ventas-por-mas-de-94-billones-3978156>

Quintero-Angel, M., Sánchez-Mejía, M., & Escobar-Jaramillo, L. A. (2023). Hacia una bioeconomía tropical sostenible en el suroccidente colombiano: brechas de investigación. Luna Azul, (56), 78-98. Disponibles:

<https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/9436>

Redacción Semana. (2024, 19 de octubre). ¿Qué oportunidades traerá la COP16 para emprendedores y comerciantes en Cali? Semana. Disponible en:

<https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/que-oportunidades-traera-la-cop16-para-emprendedores-y-comerciantes-en-cali/202456/>

Redacción Semana. (2024, 30 de septiembre). Proyectos verdes que transformaron a Cali:

Emcali impulsa sostenibilidad y energías limpias. Semana. Disponible en:

<https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/proyectos-verdes-que-transformaron-a-cali-emcali-impulsa-sostenibilidad-y-energias-limpias/202432/>

Rodríguez, J. M. D. (2022). El empleo verde en un mundo económico insostenible. Revista de Trabajo y Seguridad Social. CEF, 15-46. Disponible en:

<https://revistas.cef.udima.es/index.php/rtss/article/view/3537/5437>

Salazar Gaitán, I. (2025, 22 de mayo). Demanda de talento verde sigue en aumento, pero no la oferta. La República. Disponible en: <https://www.larepublica.co/especiales/economia-verde-y-sostenibilidad/demanda-de-talento-verde-sigue-en-aumento-pero-no-la-oferta-4139571>

- Santacruz Maldonado, N. (2023, mayo 18 actual.). ‘Cali Circular’, el proyecto que busca que Cali genere un crecimiento económico con impacto social y ambiental. El País. Disponible en: <https://www.elpais.com.co/contenido/cali-circular-el-proyecto-que-busca-que-cali-genere-un-crecimiento-economico-con-impacto-social-y-ambiental.html>
- Secretaría de Desarrollo Económico (Alcaldía de Cali). (2024, 30 de octubre). Balance positivo para los emprendedores participantes de la Ciudadela de la Biodiversidad en la COP16. Alcaldía de Cali. Disponible en: <https://www.cali.gov.co/desarrolloeconomico/publicaciones/183510/balance-positivo-para-los-emprendedores-participantes-de-la-ciudadela-de-la-biodiversidad-en-la-cop16/>
- Secretaría de Desarrollo Económico (Alcaldía de Cali). (2025, 15 de mayo). Alianzas que impulsan el emprendimiento de base tecnológica. Alcaldía de Cali. Disponible: <https://www.cali.gov.co/boletines/publicaciones/186823/alianzas-que-impulsan-el-emprendimiento-de-base-tecnologica/>
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2024). El SENA capacita a más de 12.000 colombianos en sostenibilidad ambiental. Disponible en: <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=7347>
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2025). SENA promueve empleo verde con formación en economía circular y energías renovables. Disponible en: <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=8264>
- Solen Technology. (2025). Página principal. Disponible en: <https://solentechnology.com/>
- Trujillo, M., Gómez, J., Purkey, D., Araújo, J. V., & Yepes, Y. (2023). Recomendaciones para la inclusión de la bioeconomía en los planes de desarrollo. Bioeconomía: Miradas múltiples,

reflexiones y retos para un país complejo, 176. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/373330971>

UNAD. (2022). Programas de Gestión Ambiental. Disponible en:

<https://sig.unad.edu.co/component/content/article/573-programas-de-gestion-ambiental-2022?catid=54&Itemid=636>

UNAD. (2024). La UNAD impulsa la agricultura sostenible en zonas de ladera con

biofertilizantes. Disponible en: <https://noticias.unad.edu.co/index.php/2013/7059-la-unad-impulsa-la-agricultura-sostenible-en-zonas-de-ladera-con-biofertilizantes>

UNAD. (2025a). Valle del Cauca. Disponible en:

<https://estudios.unad.edu.co/departamentos/valle-del-cauca>

UNAD. (2025b). Plan de estudios - Ingeniería Ambiental. Disponible en:

<https://estudios.unad.edu.co/plan-de-estudios-ingenieria-ambiental>

UNAD. (2025c). Maestría en Política, Derecho y Gestión Ambiental. Disponible en:

<https://www.unad.edu.co/feria-virtual-posgrados/maestria-en-politica-derecho-y-gestion-ambiental.html>

UNAD. (2025d). Gestión I+E - Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD - Educación

Virtual. Disponible en: <https://viem.unad.edu.co/>